



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O
DESARROLLO**

Título:

Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible

Autor:

Ing. Jonathan Wladimir León Semblantes

Tutor:

M.Sc. Boris David Miño Rosales

LATACUNGA –ECUADOR

2023

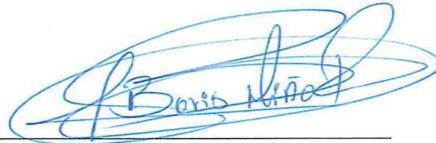
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.” presentado por León Semblantes Jonathan Wladimir para optar por el título magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, agosto, 03, 2023



M.Sc. Boris David Miño Rosales

C.C. 0503785891

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi., ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

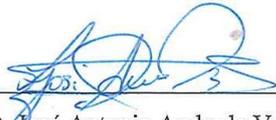
Latacunga, agosto, 03, 2023



Ph.D. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

C.C. 0501444582

Presidente del tribunal



Ph.D. José Antonio Andrade Valencia

C.C. 0502524481

Lector 2



Mg. Isaac Eduardo Cajas Cayo

C.C. 0502205164

Lector 3

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para lograr mis objetivos y cumplir mis metas.

A mi Madre, Hermanos y Pareja con mucho cariño, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y mi educación siendo mi apoyo en todo momento, por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien pero más que nada, por su comprensión y cariño.

Al GADMCL quienes colaboraron con mi formación profesional y personal para cumplir mis propósitos educativos.

Jonathan Wladimir

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por bendecirme y guiarme en cada uno de mis pasos para hacer realidad este sueño anhelado.

A mi madre y hermanos, por ser los promotores de mis sueños, creer en mí y ser mi ejemplo para seguir adelante y ser mi pilar fundamental en mi vida.

A mi tutor de tesis el Ing. Boris Miño y mis estimados tutores de tesis, quienes han sido los que me impartieron sus conocimientos para hacer posible la realización de este proyecto de investigación.

A mis familiares y amigos que me incentivaron y me motivaron para seguir adelante por este propósito.

Jonathan Wladimir

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

“Yo **León Semblantes Jonathan Wladimir**” declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”**, siendo el Ing. Boris Miño tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales”.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto, 03, 2023



Jonathan Wladimir León Semblantes

C.C. 0502558463

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga a, agosto, 03, 2023



Jonathan Wladimir León Semblantes

C.C. 0502558463

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga a, agosto, 03, 2023



Ph.D. Manuel Patricio Clavijo Cevallos
C.C. 0501444582

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Título: Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Autor: Jonathan Wladimir León Semblantes

Tutor: M.Sc. Boris David Miño Rosales

RESUMEN

La presente investigación relacionada con el estudio de proponer estrategias de aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos son cada vez más importantes en la investigación ambiental ya que permite evaluar la factibilidad para captar el agua por medio de la captación de agua de neblina (atrapanieblas). Además, en las últimas décadas las actividades antropogénicas se han convertido en el principal problema de la transformación de los ecosistemas, modificándolos o destruyéndolo con el fin de desarrollar sus actividades, el objetivo principal de la presente investigación fue proponer estrategias para la captación y conservación de los recursos hídricos para el abastecimiento local en el sector de Santa Elena de la parroquia de Juan Montalvo, utilizando el método cualitativo, se comenzó con la construcción del diseño metálico tipo torre rectangular de $10m^2$ con malla tipo rashel colocando a una altura de 1, 5 m sobre la superficie de la tierra tomando los datos cada semana en un tanque de 25 litros. En cuanto a los resultados obtenidos de muestras en un rango de 15 días se evidencio, que el valor máximo es de 19.53 litros el día 22 de febrero mientras que el valor mínimo es de 4,23 litros el día 28 de febrero, beneficiando al área hídrica y sus pobladores. En conclusión, los atrapanieblas contribuyen a la producción constante del agua utilizable para el consumo de animales y para el sistema de riego en los campos agrícolas, convirtiéndose en una tecnología rentable a largo plazo por el bajo costo de construcción y operación sencilla.

PALABRAS CLAVE: Atrapaniebla, antropogénicas, ecosistemas, recursos hídricos, rashel, tecnología.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
POSTGRADUATE MANAGEMENT
MASTER'S DEGREE IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT WITH A
MENTION IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Título: Use and conservation of water resources for human consumption of a tributary of the Santa Elena sector declared as a water area, located in the Latacunga Canton, Cotopaxi Province.

Author: Jonathan Wladimir León Semblantes

Tutor: M.Sc. Boris David Miño Rosales

ABSTRACT

The present investigation related to the study of the use and conservation of water resources are increasingly important in environmental research since it allows evaluating the feasibility for the use of water through the collection of mist water (Atrapanieblas). In addition, in recent decades anthropogenic activities have become the main problem of the transformation of ecosystems, modifying or destroying them in order to develop their activities, the main objective of this research was to propose strategies for the use and conservation of water resources for local supply in the sector of Santa Elena of the parish of Juan Montalvo, using the qualitative, quantitative method, began with the construction of the metallic design of the rectangular tower type of 10m² with rashed type mesh placing a height of 1.5 m above the earth's surface, taking the data every week in a 25-liter tank. Regarding the results obtained from samples in a range of 15 days, it was evident that the maximum value is 19.53 liters on February 22, while the minimum value is 4.23 liters on February 28, benefiting the area. water and its inhabitants. In conclusion, the fog catchers contribute to the constant production of usable water for animal consumption and for the irrigation system in agricultural fields, becoming a profitable technology in the long term due to the low cost of construction and simple operation.

KEYWORD: Fog catcher, anthropogenic, ecosystems, water resources, rashed, technology.

Nelly Patricia Semblantes Calvopiña con cédula de identidad número: 0502674096 Licenciada en: Ciencias de la Educación Especialidad Ingles. con número de registro de la SENESCYT: 1020-07-747851 CERTIFICO haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. de: León Semblantes Jonathan Wladimir, aspirante a magister en **GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE**

Latacunga a, agosto, 03, 2023



Nelly Patricia Semblantes Calvopiña
C.C. 0502674096

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	6
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Recurso Agua	7
1.1.1 Componente Hídrico	9
1.1.2 Agua: disponibilidad y usos	10
1.1.3 El ciclo hidrológico	13
1.1.4 Fuentes de agua	16
1.1.5 Fuentes de Contaminación	17
1.2 Servicios ecosistémicos.....	17
1.2.1 Abastecimiento.....	18
1.2.2 Regulación.....	18
1.2.3 Apoyo	18
1.2.4 Culturales	19
1.3 Contaminación Ambiental	19
1.4 Contaminación del agua.....	20
1.5 Gestión Ambiental	22
1.6 Modelos de Gestión del Agua.....	24
1.6.1 Captación de agua de lluvia	25
1.6.2 Captura de Niebla.....	26
1.6.3 Agricultura Eficiente.....	30
1.6.4 Desalación de agua de mar.....	30

1.6.5 Métodos de desalinización del agua.....	31
1.6.6 Rendimiento Hidráulico	31
1.7 Desarrollo Sostenible	32
2. Marco Legal	33
2.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	33
2.2 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE.....	35
2.3 LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA	36

CAPÍTULO II.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Tipo de investigación	38
2.1.1. Investigación Bibliográfica	38
2.1.2. Investigación de Campo	38
2.2. Método	39
2.2.1. Método Cualitativo	39
2.2.2. Determinación del punto de muestreo.....	39
2.3. Materiales para la elaboración de los colectores de niebla	40
2.4. Técnicas	40
2.4.1. Recolección de datos.....	41
2.5. Población y muestra	41
2.5.1. Población.....	41
2.5.2. Muestra	41

CAPÍTULO III.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la Zona de Estudio.....	42
3.1.1 Precipitación.....	43
3.1.2 Temperatura	43
3.1.3 Cobertura vegetal	44

3.1.4 Uso del suelo	45
3.1.5 Taxonomía.....	46
3.2 Determinar el volumen de agua aprovechable de nieblas	47
3.2.1 Puesta en funcionamiento del captador de neblina	48
3.2.2 Recolección de Datos	49
3.3.3 Volumen de agua.....	51
3.3 Proponer estrategias de protección y conservación	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del punto de muestreo.	39
Tabla 2 Horario de la recolección de datos durante el tiempo de muestreo.....	50
Tabla 3 Especies de reforestadas dentro del lugar de muestreo.....	55
Tabla 4 Descripción de las actividades para el control de las diferentes estrategias.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo del Agua.....	11
Figura 2 Usos del Agua.....	12
Figura 3 Mapa de ubicación de la zona de estudio.	42
Figura 4 Mapa de precipitación de la parroquia Juan Montalvo.....	43
Figura 5 Mapa de temperatura de la parroquia Juan Montalvo.	44
Figura 6 Mapa de cobertura vegetal de la parroquia Juan Montalvo.....	45
Figura 7 Mapa del uso de suelo de la parroquia Juan Montalvo.....	46
Figura 8 Mapa taxonómico de la parroquia Juan Montalvo.	47
Figura 9 Diseño del sistema de atrapaniebla.....	48
Figura 10 Atrapaniebla en la zona de estudio.	49
Figura 11 Datos tomados diariamente en la mañana.	51
Figura 12 Datos tomados diariamente en la tarde.....	52
Figura 13 Datos totales tomados diariamente.....	53
Figura 14 Charla a la comunidad Santa Elena.	54

INFORMACIÓN GENERAL:

Título del Proyecto: Aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el consumo humano de un afluente del sector Santa Elena declarado como área hídrica, ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.	
Línea de investigación:	Energías alternativas y renovables eficiencia energética y protección ambiental
Proyecto de investigación asociado:	“DISEÑO DE UN FONDO AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DEL AGUA, ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y RECARGA HÍDRICA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”
Grupo de Investigación:	Calidad del agua
Red nacional o internacional:	GAMCL y Moradores de Santa Elena

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de recursos hídricos adecuados y sostenibles es uno de los factores más importantes en la mejora de los medios de vida de los hogares y el desarrollo económico. La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua, según Nechifor & Winnig, (2018), menciona que las fuentes de agua convencionales existentes se están agotando y contaminando por los efluentes industriales, agrícolas y domésticas, y otras actividades humanas.

Sin embargo, a cómo avanza el crecimiento poblacional, la necesidad de obtener nuevas fuentes de agua va en aumento, por ello se busca nuevas alternativas para solventar las necesidades de abastecimiento de agua, los que requieren de especial atención por ser un bien de primera necesidad para los seres vivos (Cabrera & Méndez, 2020).

Por otra lado según Pascual-Aguilar et al., (2011), menciona que la disponibilidad de las fuentes de agua dulce en las zonas altas, es una de las preocupaciones más significativas que enfrenta la sociedad en la actualidad y será más evidente en el futuro, provocando que familias sufran el desabastecimiento del recurso hídrico.

Este proyecto tratará de dar solución a los problemas de disponibilidad de agua, en una perspectiva práctica, de bajo costo y aplicable, en zonas básicamente altas como las de la Comunidad Santa Elena, de la parroquia Juan Montalvo, Provincia Cotopaxi, donde el recurso Neblina es muy abundante. Este trabajo de investigación consiste en atrapar el agua en forma de neblina a través de un simple y sencillo sistema que se ha denominado captadores de neblina o conocidos como “ATRAPANIEBLAS”, el cual se pondrá al servicio del conocimiento de técnicas apropiadas, que sea adaptada a los procesos naturales. En este proyecto se plantea, que será una fuente segura de suministro de agua, principalmente sostenible, fácil

de utilizar, el cual dará solución al abastecimiento hídrico en determinadas zonas beneficiando a las microcuencas hidrográficas existentes en la zona de estudio.

El agua de neblina, puede también ser una fuente de agua para riego de especies vegetales, permitiendo una mejora de las condiciones de reforestación y/o alimentación y para diversos usos que la población directa del proyecto pueda darle; por lo tanto se puede desarrollar adecuadamente la técnica de la captación del agua de neblina considerando básicamente las necesidades hídricas de la zona, la seguridad del abastecimiento de agua, los resultados reales y las necesidades de una mejora continua.

Por tanto, en la presente investigación, se evidencia la factibilidad de captar agua proveniente de la neblina en zona alta de la comunidad de Santa Elena para satisfacer las necesidades de las personas que habitan, optando por datos registrados y evaluados con relación a la cantidad y calidad del recurso hídrico.

JUSTIFICACIÓN

La escasa disponibilidad y calidad de los recursos hídricos son uno de los problemas que limita satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos, este problema ha incrementado en los últimos años proyectándose con mayor rapidez para los próximos años, según Rodríguez (2016), menciona que esto se debe a que el ser humano ejerce una fuerte presión sobre estos recursos hídricos, lleva a una escasez de agua, durante los meses de verano por la cual, han provocado que la mayoría de los sistemas convencionales funcionen de manera muy ineficiente a niveles de sobreexplotación (p. 18).

Según la Organización de las Naciones Unidas ONU (2018), señala que la escasa fuente del agua afecta a 4 de cada 10 personas en el mundo; sin embargo, la insalubridad del agua produce más pérdidas humanas. Por lo antes expuesto, esto se debe a que las entidades competentes deben mejorar la calidad de vida de los sectores más vulnerables, estableciendo diferencias entre la pobreza y el desarrollo de las comunidades (Assmus & Ortiz, 2020).

Por otro lado, a pesar de que son numerosas las experiencias exitosas de captadores de niebla en diversas partes del mundo, la información de esta técnica que se puede encontrar es escasa es por ellos que, el planteamiento de este proyecto resulta muy interesante para conocer las posibilidades que este mecanismo eficiente e innovador como alternativa para la obtención del recurso hídrico ofrece en zonas identificadas con problemas de deficiencia de agua, tanto para consumo humano como para las actividades productivas. De igual forma la presente investigación justifica en base a la necesidad del agua de riego para los cultivos de pasto y el consumo de los animales en el sector de Santa Elena, dado que por su topografía no dispone de vertientes que cubra el déficit hídrico dentro de los campos agrícolas.

En concreto el proyecto pretende investigar la cantidad de recurso hídrico potencialmente “cosechable” en la zona de Santa Elena ubicada en la parroquia de Juan Montalvo de la provincia de Cotopaxi y utilizar el agua conseguida para sus actividades agrícolas de igual forma, ayudará a recuperar la cobertura vegetal de la zona que revertirá, a medio-largo plazo, en una mayor infiltración del agua de lluvia hacia los acuíferos subterráneos que abastecen los manantiales y en la mejora del ecosistema de la zona.

Asimismo, el proyecto busca generar conocimiento e información relevante y útil que será presentada a la comunidad del barrio de Santa Elena para facilitar su difusión y promover la incorporación de esta técnica en proyectos de cooperación al desarrollo en zonas donde la escasez hídrica condiciona el día a día de las personas, especialmente de las mujeres que habitualmente asumen la responsabilidad de abastecer de alimento y agua a la familia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Irfan et al., (2018), afirma que “la escasa fuente de agua para riego y el consumo de los animales, es una problemática que pone en riesgo la seguridad alimentaria a nivel del mundo”; nuestro país no es la excepción, la mayoría de las comunidades campesinas no disponen de cantidad y calidad de agua de riego que compense el déficit hídrico dentro de los campos agrícolas (Torres et al., 2019).

Además, las cuencas hidrográficas de alta montaña presentan graves problemas de deterioro ecológico y erosión de los suelos debido a la deforestación, según la FAO (2016), menciona que la baja de déficit del agua es las prácticas agrícolas inadecuadas y el sobre pastoreo que puede producir efectos irreversibles en las poblaciones de las zonas rurales dedicados a la actividad agrícola.

Cabe mencionar que la cantidad de agua dulce disponible para usos dentro del sector agrícola y urbana – industrial, se ha reducido considerablemente a causa del uso excesivo de aguas superficiales y subterráneas destinadas al riego dentro de los campos agrícolas para la producción de alimentos para una población en constante crecimiento (Villacrés, 2011).

En la actualidad las actividades agrícolas y pecuarias de la comunidad del barrio Santa Elena requieren mayor demanda del recurso hídrico, esto hace que las fuentes de captación de agua se hagan cada vez más diversas y el recurso cada vez más escaso. A pesar de que la parroquia de Juan Montalvo, cuenta con un clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo y con recurso hídricos abundantes, una gran parte de las comunidades altas tienen problemas de desabastecimiento de agua, que conlleva a la pérdida de vegetación herbáceas, retraso en el crecimiento de los cultivos y la desecación de las fuentes de agua cabe mencionar que, algunas de las hectáreas de la zona son utilizados en cultivos de pasto, para la crianza de ganados vacunos, equinos y animales menores por otro lado, según Cabrera & Méndez (2020), señala que se ha evidenciado que debido a la deforestación y a la sequía que ocurre en los meses de veranos, se ve afectado significativamente el desabastecimiento del recurso hídrico de la zona.

Por tal razón, es indispensable buscar soluciones con tecnologías prácticas que permitan obtener agua en temporadas de sequía. Actualmente no existen estudios relacionado a la cosecha de agua a través de neblinas dentro de la parroquia de Juan Montalvo, por lo tanto, se desconoce el valor de captación que convertiría en una fuente alternativa para satisfacer las necesidades básicas, por ende, es indispensable un registro fiable del volumen de captación en un periodo

determinado de tiempo mediante la implementación de atrapanieblas en la zona de estudio.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Se enmarca en conocer qué modelo de conservación y gestión ambiental aportando al manejo sostenible del recurso hídrico

¿Los atrapanieblas implementados presentan una eficiencia óptima en la captación de agua de niebla, donde la cantidad de agua recolectada satisface todas las necesidades de los pobladores del barrio Santa Elena y su calidad es adecuada para consumo humano y uso doméstico?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Proponer estrategias para el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos para el abastecimiento local en el sector Santa Elena.

Objetivos Específicos

- Conocer el estado ambiental del área hídrica Santa Elena y su importancia como servicio ecosistémico.
- Determinar el volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas utilizando malla atrapanieblas en el sector de Santa Elena de la Parroquia de Juan Montalvo.
- Definir estrategias para la propuesta e implementación de un área de protección y conservación de los recursos hídricos para satisfacer el caudal para la comunidad.

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para comprender de manera efectiva esta investigación, se presentan algunos fundamentos teóricos, primero la descripción de los recursos hídricos, su dinámica y estado; segundo sobre los modelos de gestión, políticas y estrategias gestión; tercero las características del área de estudios y la viabilidad de las posibles acciones del uso sostenible

1.1 Recurso Agua

Según el Ministerio de Ambiente y Ganadería, menciona que, el agua es un recurso natural muy necesario pero frágil que se renueva constantemente en el ciclo hidrológico y tiene valor social, ambiental y estratégico para el desarrollo económico y social del país. Debido a las condiciones climáticas y geográficas de nuestro país, el agua es un recurso abundante en la región amazónica y en ocasiones escaso en la costa y en la sierra. Además, la distribución de la cantidad de agua a lo largo del año tiene claras condiciones estacionales, lo que crea importantes problemas en la gestión del recurso hídrico. El agua es un recurso natural muy necesario pero frágil que se renueva constantemente en el ciclo hidrológico y tiene valor social, ambiental y estratégico para el desarrollo económico y social del país, debido a las condiciones climáticas y geográficas de nuestro país, el agua es un recurso abundante en la región amazónica y en ocasiones escaso en la costa y en la sierra. Además, la distribución de la cantidad de agua a lo largo del año tiene claras condiciones estacionales, lo que crea importantes problemas en la gestión de los recursos hídricos.

Está en el epicentro del desarrollo sostenible y es esencial para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y para la supervivencia de los seres humanos. A pesar de que todas las actividades sociales y económicas dependen en gran medida del abastecimiento de agua dulce y de su calidad, 2200 millones de personas viven sin acceso a agua potable (Matino, 2020).

El ciclo del agua no comienza en un lugar específico, pero por el bien de esta explicación, digamos que comienza en el océano. El sol, que impulsa el ciclo del agua, calienta el agua del océano, que se evapora en el aire en forma de vapor de agua. Las corrientes ascendentes transportan vapor de agua a la atmósfera superior, donde las temperaturas más frías hacen que el vapor de agua se condense y forme nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes alrededor del mundo y las partículas de las nubes chocan, crecen y caen como precipitación. Parte de esta precipitación cae en forma de nieve y se acumula en capas de hielo y glaciares, que pueden almacenar agua congelada durante millones de años. En climas más cálidos, la nieve se derrite con la llegada de la primavera. La nieve que se derrite fluye sobre la superficie como agua de deshielo, lo que a veces provoca inundaciones. La mayor parte de la precipitación cae sobre el océano o la tierra, donde fluye sobre la superficie como escorrentía superficial debido a la gravedad (Pérez & Ramírez, 2018).

Una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisorias de agua se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Ramakrishna, 1997).

La gestión integrada de cuencas hidrográficas es un proceso que tiene como objetivo resolver un conjunto complejo de problemas interrelacionados. El proceso debe ser adaptativo, es decir, construye y aprende de la experiencia, apoyado en la ciencia y la información local. Esta causa tiene como objetivo la solución de

problemas comunes, por lo que requiere acuerdo, cooperación y colaboración entre diferentes actores e instituciones con una visión común (Cotler et al., 2009).

La recarga de agua es la adición de agua a un acuífero de una variedad de fuentes: precipitación, agua superficial y agua transferida de otros acuíferos. Los métodos para su determinación son de diversa índole, siendo los más comunes el balance hidrológico, el seguimiento con marcadores ambientales o artificiales (químicos e isotópicos), las mediciones directas con piezómetros, la cuantificación del caudal freático y las fórmulas empíricas. Los resultados son inciertos porque las ecuaciones tienen en cuenta las incertidumbres de los componentes, la naturaleza empírica o semi-empírica de las fórmulas utilizadas, las simplificaciones de variables y procesos y los errores en las mediciones de calibración (Cruz et al., 2013).

1.1.1 Componente Hídrico

Según la Organización Mundial de la Salud, el agua es la sustancia más importante y abundante en la Tierra y es la única sustancia de la atmósfera que existe en estado líquido, sólido y gaseoso. Los embalses más grandes se encuentran en los océanos, que contienen el 97% del agua de la Tierra. Es agua salobre que permite vivir solo a la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: la mayoría permanece congelada todo el tiempo, formando casquetes polares y casquetes polares. El agua es esencial para la vida porque sin ella ningún ser vivo puede sobrevivir, es un componente importante de la materia viva y una fuente de hidrógeno biológico y también influye a través de la atmósfera y el clima. Es un ambiente para el crecimiento de una rica y diversa flora y fauna acuática (OMS, 2003).

Es el componente más común en la superficie de la tierra que cubre alrededor del 71% de la corteza terrestre). Hoy es un recurso renovable y nuestros días son limitados y están sujetos a la degradación ambiental, la contaminación. Es un recurso natural del cual solo el 3% es aprovechable, ya que el agua dulce es apta para el consumo humano.

El agua es un compuesto importante con propiedades únicas, el compuesto más común en la naturaleza y un factor determinante en la regulación de los procesos físicos, químicos y biológicos en el medio natural. El agua, como el fuego, la tierra y el aire, era para los griegos uno de los cuatro elementos que componían el mundo. El griego Tales de Mileto creía que el agua era la fuente de todas las cosas. Más tarde, Empédocles, siguiendo a Platón y Aristóteles, la identificó como uno de los cuatro elementos básicos del universo, y luego hasta finales del siglo XVIII nadie dudó de que el agua era un simple elemento (García et al., 2019).

El agua dulce es esencial para la vida, pero su disponibilidad es limitada y desigualmente distribuida. Además, cambia a lo largo del año y le afecta por los cambios causados por la actividad humana. El uso principal está asociado a la agricultura y la industria, así como al consumo doméstico. Su reclamo ha sido aumentado significativamente con el crecimiento de la población durante las últimas décadas, la tierra agrícola que depende del riego para producir cultivos aumentó y el alimento. En la industria y la minería se utiliza para limpieza, refrigeración, diluir, remojar, procesar, eliminar residuos, etc.

1.1.2 Agua: disponibilidad y usos

Agua y suelo son la clave de los ecosistemas y de los paisajes, son fuente de alimento y energía, recursos cruciales para el bienestar y prosperidad de la población. De la relación entre ambos, surge la significación territorial que envuelve el debate sobre el agua. Como señala López (2011), sin agua y suelo no hay futuro ni se podría disponer del beneficio social, productivo y ambiental de los ecosistemas, de la agricultura y de otras actividades económicas.

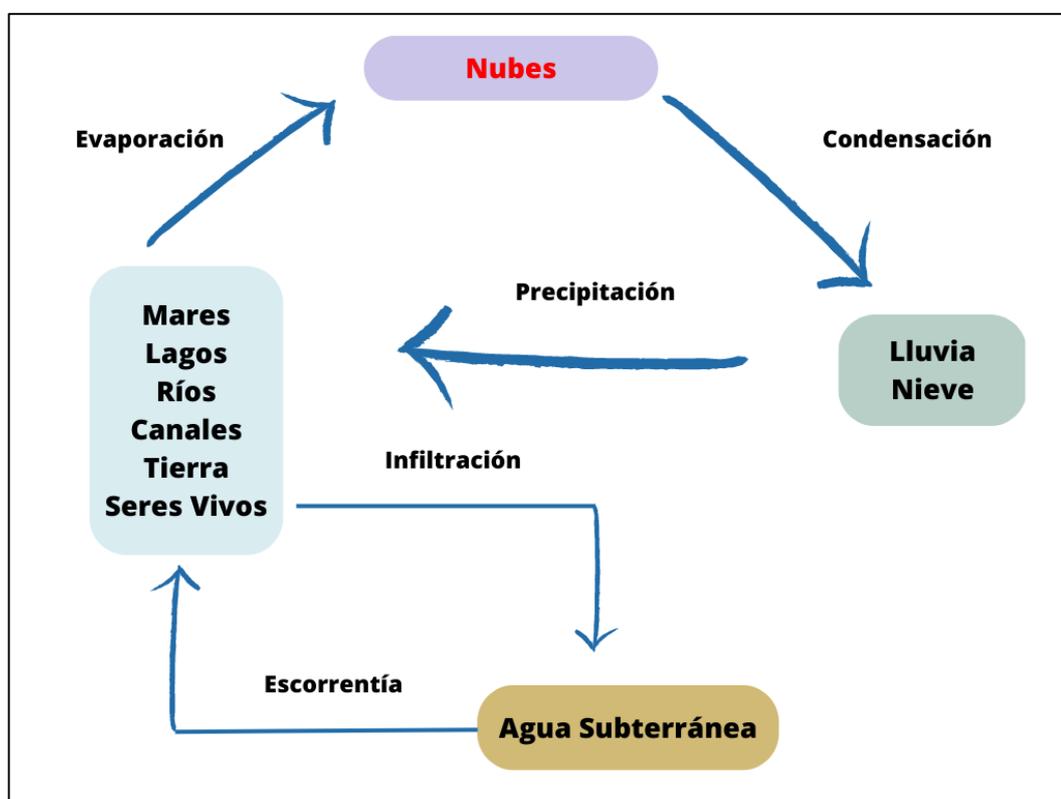
La cifra de precipitaciones es la misma que la de evaporaciones, unos 480.000 km³. En cuanto a su reparto, el 77% cae en los mares y océanos, y el 23% lo hace sobre los continentes. De los 110.000 Km³ que caen sobre los continentes, gran parte se evapora, 70.000 Km³, y el resto discurre por tierra, unos 40.000 Km³, de los cuales unos 30.000 Km³ corresponden a superficiales y 10.000 Km³ a subterráneas. Sin embargo, tan sólo 19.000 Km³ de esta agua circulante, se estima

como teóricamente utilizable, aunque sólo se usan unos 5.000 Km³ (Martínez, 2018).

Por tanto, el volumen de agua utilizable es del orden de la cienmilésima parte del total de las aguas existentes, sin contar con las aguas subterráneas no renovables.

Figura 1

Ciclo del Agua



Nota: Proceso de circulación continua entre tierra y atmósfera se le conoce como el ciclo del agua

Fuente: (Larraín, 2023)

De todo lo expuesto se deduce la importancia de proteger este patrimonio común, para no perturbar el equilibrio ecológico, y para no poner en riesgo nuestra propia supervivencia, en cuanto seres vivos y, por tanto, dependientes del agua, que forma parte del 65-70% de nuestro organismo.

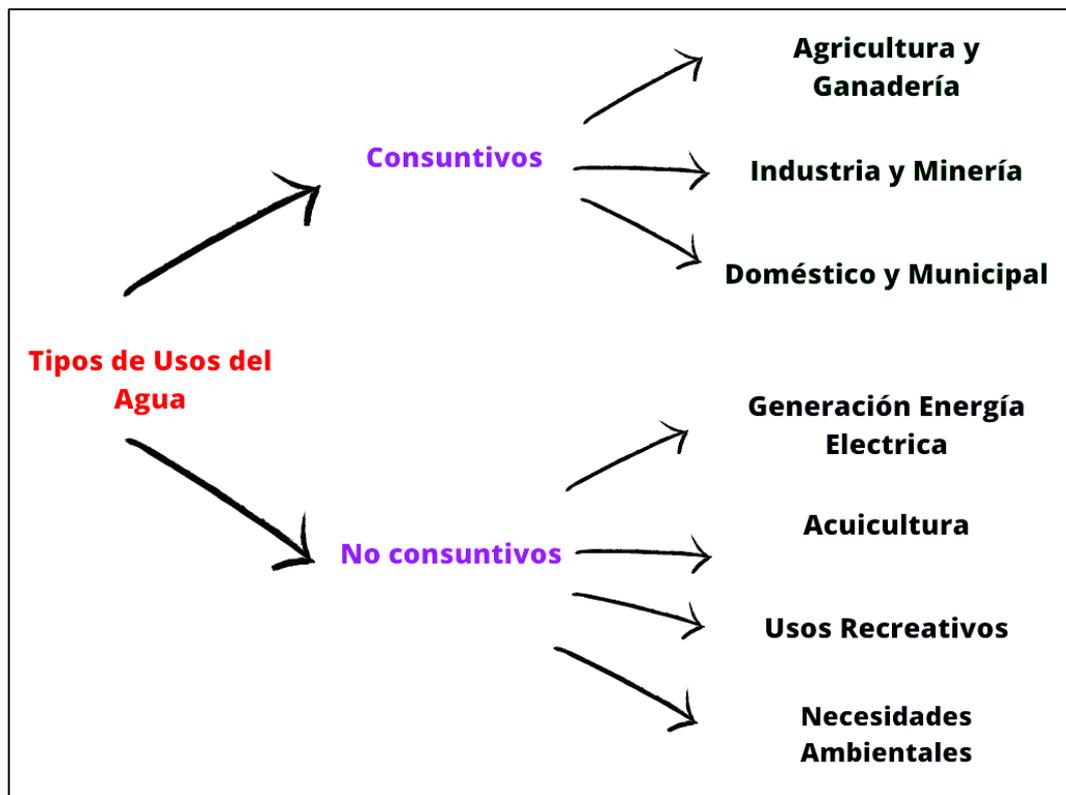
Además, del vínculo del ser humano con el agua debido a su necesidad biológica, el agua es un recurso esencial porque la evolución de la actividad humana

se ha desarrollado en torno a ella. Su uso ha ido incluyendo la agricultura, la navegación, la producción de energía eléctrica, los procesos productivos, los desechos y vertidos, el agua potable, las piscinas, los campos de golf, etc., por lo que los sectores e intereses que le cortejan pasan por distintas actividades productivas, de las cuales, la agricultura utiliza la mayor parte.

En principio, los usos del agua pueden clasificarse en dos grandes grupos: consuntivos y no consuntivos. En los usos consuntivos, existe un consumo de agua con posteriores proporciones de retorno más o menos alterado o contaminado, como ocurre en el caso de los abastecimientos, la agricultura y la industria, y en los no consuntivos no se extrae ni consume el agua, como en la navegación y los usos recreativos, pudiendo tener algunas alteraciones o contaminaciones. La figura 2 muestra los distintos tipos de usos del agua (consuntivos y no consuntivos).

Figura 2

Usos del Agua



Nota: Tipos de usos de agua ya sea consuntivos y no consuntivos

Fuente: (Carrillo, 2016)

Dada su importancia, el agua constituye uno de los recursos que mayor preocupación ocupa a nivel mundial, aún más cuando tenemos en cuenta su cálculo, distribución y previsiones de futuro.

Según la FAO (2013), uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del 2030. La importancia de preservar nuestros recursos hídricos es, pues, prioritaria, y pasa por conocer los principales problemas que afectan o que pueden afectarnos si no disponemos de agua en cantidad y calidad, para lo cual se hace fundamental su gestión.

Según el segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “El agua, una responsabilidad compartida” UNESCO (2006), los problemas y repercusiones de una mala gobernabilidad y gestión del agua generan una multitud de daños que son:

- **Escasez de agua potable:** Una de cada seis personas no tienen acceso al agua potable, un dato que puede agravarse como consecuencia del aumento demográfico, la deforestación y el deterioro del suministro hídrico.
- **Mala calidad:** La calidad del agua se ve afectada por la contaminación. Las cifras muestran un empobrecimiento acelerado de la diversidad de los ecosistemas y las especies vegetales y animales de agua dulce. Asimismo, la mala calidad del agua constituye una de las principales causas de las malas condiciones de vida y de los problemas de salud en el mundo (en 2002, las enfermedades diarreicas y el paludismo fueron la causa de la muerte de 3.100.000 personas, de las cuales aproximadamente el 90% eran niños menores de cinco años).
- **Catástrofes:** el 90% de los desastres naturales ocurridos en la década anterior estuvieron relacionados con el agua (tsunamis, inundaciones, sequías, etc.).

1.1.3 El ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico se basa en el movimiento o el desplazamiento continuo de masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes

estados (líquido, gaseoso y sólido). Esto se da por dos causas: la energía solar y la gravedad. La naturaleza ha creado una especie de máquina insuperable que regula y soluciona las necesidades de cada uno de los seres vivos (Ordoñez, 2016).

Según la Organización Meteorológica Mundial (2005), el ciclo hidrológico se puede definir como: “La serie de etapas por las que el agua pasa de la atmósfera a la Tierra y de regreso a ella: evaporación del agua del suelo, océanos o continentes, condensación de nubes, precipitación, acumulación de agua en el suelo o Mucha agua y re-evaporación”. El ciclo hidrológico involucra procesos de transporte de recirculación indefinidos o permanentes. Este movimiento perpetuo del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol, que aporta la energía que hace subir el agua (evaporación), y la segunda, la gravedad de la Tierra, que provoca la caída del agua condensada (precipitación y escorrentía).

El ciclo hidrológico incluye procesos de transporte de recirculación e indefinido o constante, el movimiento constante de este ciclo debe ser Hay básicamente dos razones: primero, para asegurar Aumento de la energía del agua (evaporación); segundo, gravedad tierra, provocando la caída de condensación (lluvia y drenaje).

Por lo tanto, al considerar el ciclo hidrológico se denomina global debido a que este sistema se puede subdividir en tres: el subsistema atmosférico, el subsistema de aguas superficiales y el subsistema de aguas subterráneas. En cada subsistema, existirá la capacidad de retener volúmenes de agua en cualquier etapa durante intervalos de tiempo específicos. La capacidad de retención de un medio también se conoce como almacenamiento, y el tiempo que se retiene el volumen se conoce como tiempo de permanencia.

1.1.3.1 Subsistema Atmosférico

Este subsistema se impulsa por la evaporación (un fenómeno causado por la acción de la energía del sol y la atmósfera superior), la masa de vapor de agua que ingresa a la atmósfera desde la superficie, la superficie del mar y/o el terreno. En el

segundo caso, si existe cobertura vegetal, se produce un efecto compuesto denominado evapotranspiración (Pérez & Ramírez, 2018).

De igual manera, el vapor de agua puede trasladarse a otras áreas geográficas a través de procesos de circulación atmosférica, y cuando se dan las condiciones adecuadas, el vapor de agua cambia de fase y abandona los subsistemas atmosféricos, es decir, se convierte en nieve, hielo o rocío.

1.1.3.2 Subsistema de Agua Superficial

La precipitación en forma de nieve y lluvia se considera como un aporte a este subsistema. A medida que se elimina el agua obstruida, el volumen restante comienza a acumularse por gravedad y se mueve como un líquido, creando una corriente superficial. Suele llegar al mar a través de los sistemas de drenaje locales, mientras que otra parte se filtra a los subsistemas subterráneos (IDEAM, 2017).

1.1.3.3 Subsistema de agua subterránea

Este subsistema es básicamente por infiltración. Una parte del volumen que penetra bajo tierra penetra más profundamente para llegar al depósito subterráneo. Cuando el agua filtrada circula periódicamente horizontalmente en capas cercanas a la superficie, el proceso se denomina: escurrimiento subsuperficial. Esta escurrimiento se caracteriza por un ritmo más lento que la escurrimiento superficial.

1.1.3.4 Importancia del ciclo hidrológico.

Legarda & Viveros (2013), mencionan que es importante estudiar el agua y la influencia que nosotros podemos tener en ella desde la precipitación sobre la tierra hasta el regreso de ésta, bien sea a la atmósfera o a los océanos. El ciclo hidrológico destaca las cinco fases básicas que nos interesan: precipitación, evaporación y transpiración, escurrimiento superficial, interceptación y agua subterránea.

1.1.4 Fuentes de agua

Las fuentes de agua se refieren a las fuentes de agua (como ríos, arroyos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas) que abastecen fuentes públicas de agua potable y pozos privados. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2022).

La conservación del agua incluye acciones y actividades destinadas a proteger, mantener o mejorar la calidad o cantidad de las fuentes de agua potable y las áreas a las que contribuyen. Estos pasos pueden depender del tipo de fuente de agua que se esté protegiendo (p. ej., agua subterránea, reservorio o río). Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2022)

Algunos ejemplos de protección de fuentes de agua son:

- La restauración de las zonas ribereñas para reducir la contaminación por escorrentía;
- La estabilización de los bancos de arroyos para reducir la sedimentación;
- La protección de tierras/servidumbres;
- Las mejores prácticas de gestión para actividades agrícolas y forestales o control de aguas pluviales;
- Las ordenanzas locales para limitar ciertas actividades en áreas de protección de fuentes de agua o de pozos;
- El desarrollo de planes de respuesta a emergencias; y
- La educación de la industria, las empresas y los ciudadanos locales sobre la prevención de la contaminación y la protección de las fuentes de agua.

Muchas comunidades han formado organizaciones o grupos que planifican e implementan la protección de las fuentes de agua.

La protección de nuestras fuentes de agua proporciona generación de energía, riego, gestión de cuencas hidrográficas, drenaje, suministro de agua y saneamiento, servicios públicos, control de inundaciones, suministros industriales,

turismo, recreación, pesca, navegación, protección y restauración de ecosistemas. (Mirassou, 2014).

1.1.5 Fuentes de Contaminación

Hay muchas formas de contaminar las fuentes de agua, los más considerados en este estudio fueron:

1.1.5.1 Fuentes abiertas al aire libre

La contaminación es causada por las heces, la orina, los desechos, el uso de productos químicos, etc. que son emanadas por el ser humano, ganado y vida silvestre.

1.1.5.2 Falta de cuidado para usar el agua

En varias ocasiones la población aledaña, quien se alimenta a diario de la fuente para distintos usos sea agrícola o de consumo humano, lavan ropa, utensilios, enseres, etc., contaminando de esta manera el agua con detergentes, pesticidas, y toda clase de desechos químicos y sólidos.

1.1.5.3 Erosión

Cuando el suelo se encuentra en fase de erosión es muy peligroso a la hora de contaminar el agua que se encuentre cerca o de aquellos casos en donde el suelo en erosión se localiza en la zona alta de la ladera o montaña, al producirse lluvias la fuerza de esto provoca que baje la lluvia hacia el caudal que se encuentre cerca o debajo de la pendiente y se contamine.

1.2 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos (SE) también pueden denominarse servicios ecosistémicos o ambientales. La definición más común y aceptada de servicios ecosistémicos, servicios ecosistémicos o servicios ambientales son los beneficios que los ecosistemas brindan a las personas y que deben realizarse en todos sus aspectos, tal como lo propusieron las Naciones Unidas en la Evaluación de

Ecosistemas del Milenio de 2005. Estos beneficios pueden capturarse en términos de valor como servicios culturales, bienes prestación de servicios o servicios regulatorios (Santías, 2020).

Los servicios ecosistémicos o ambientales son servicios proporcionados a los organismos vivos y al planeta a través de procesos naturales o ecológicos. Para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, los impulsores ambientales son esenciales, por lo que el suelo, el agua, el aire, el clima y los recursos genéticos deben usarse de manera responsable para las generaciones actuales y futuras.

1.2.1 Abastecimiento

Estos son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, como el agua, los alimentos, las medicinas y las materias primas. Para muchas personas, estos servicios reflejan su estilo de vida, por lo que su valor es mayor que el marketing. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Aranda, 2021).

1.2.2 Regulación

Los servicios de regulación incluyen el clima y la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono, la mitigación natural, el tratamiento de aguas residuales, la prevención de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el control de plagas, la polinización y la regulación del flujo de agua. Para muchos son invisibles y se dan por sentados, pero cuando se ven afectados, como la calidad del aire o del suelo, las consecuencias son graves y en algunos casos difíciles de reparar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Corredor & Fonseca, 2017).

1.2.3 Apoyo

Los ecosistemas proporcionan un lugar importante para las plantas y los animales. También protegen muchas especies de plantas y animales a través de procesos complejos que respaldan otros servicios ecosistémicos.

Algunos hábitats tienen un número particularmente alto de especies, lo que los hace genéticamente más diversos que otros. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Aranda, 2021).

1.2.4 Culturales

Los beneficios intangibles que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan servicios culturales. Estos incluyen inspiración estética, identidad cultural, sentido de apego a la tierra y experiencias espirituales asociadas con el entorno natural. Este grupo incluye actividades de ocio y viajes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Aranda, 2021).

1.3 Contaminación Ambiental

Haciendo referencia a nuestro tema de estudio, la contaminación ambiental tratada desde este punto de vista será aquella que marca la calidad del agua que se obtiene tanto para el consumo humano, como animal y agrícola. Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la cultura, la contaminación se produce cuando el agua contiene demasiada materia orgánica, o sustancias tóxicas no orgánicas, además que la materia orgánica presente en el agua es destruida por organismos descomponedores (bacterias), que necesitan oxígeno para actuar. Cuando el agua de lagos y ríos está sobrecargada de desechos orgánicos, escasea el oxígeno y las plantas y animales pueden morir. De este modo resulta un enorme peligro cuando el aumento de los fosfatos y nitratos que se liberan durante la descomposición de los desechos orgánicos.

Estas sustancias son nutrientes para los vegetales y favorecen la proliferación de plantas en la superficie, como algas o jacintos de agua. Los desechos orgánicos de origen animal pueden contener parásitos, bacterias y virus que transmiten enfermedades. La contaminación no orgánica se produce cuando el agua lleva disueltas sustancias tóxicas, producidas por las industrias, minas y el uso de pesticidas en la agricultura. Estas sustancias son liberadas sin purificar en los ríos y lagos, causando daño a los seres vivos que los habitan y también a las personas que se alimentan de los peces extraídos de ellos. La contaminación no

orgánica tiene graves consecuencias para la agricultura y la ganadería de la zona: el agua no puede utilizarse para el riego de los cultivos ni para dar de beber a los animales (FAO, 2013).

Lamentablemente al existir mala preservación y tratamiento de esta se produce una contaminación excesiva del recurso natural, así tenemos que el agua puede darse por varias formas siendo éstas.

1.4 Contaminación del agua

La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consume esa agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud. La contaminación del agua puede también hacer a esta inadecuada para el uso deseado (Lenntech, 2016).

El agua es un recurso natural esencial para la vida, para la salud y debe ser considerado uno de los derechos humanos básicos. En la sociedad moderna, el agua se ha convertido en un bien muy valioso porque la escasez es el sustento de la vida y una limitación para el desarrollo económico disponibilidad de agua (García, 2013).

El ciclo natural del agua tiene un poderoso poder purificador y la facilidad de recuperación y la aparente abundancia lo convierten en un basurero común. Residuos: plaguicidas, residuos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc. La degradación del agua ha ocurrido desde la antigüedad hasta el presente, pero en este siglo se extendió este problema a los ríos y océanos de todo el mundo.

La contaminación, se ha incrementado al mismo ritmo que el desarrollo industrial, tanto las superficiales como las subterráneas.

1.4.1 Contaminación del agua en la región

Diversas actividades que utilizan el agua afectan el ciclo hidrológico o modifican las características de las cuencas hidrológicas y provocan cambios en la

calidad del agua (Escobar, 2013). En el caso de Ecuador, la contaminación proviene principalmente de la descarga de aguas residuales de la mayoría de las ciudades, actividad minera artesanal, actividades hidrocarburíferas y agricultura.

El estado y la importancia económica del sector agrícola del Ecuador descrito hasta aquí, tiene consecuencias sobre el medio ambiente y en particular sobre el recurso agua, pues además de demandar grandes cantidades de este, esta actividad incide sobre su calidad. En efecto, el uso de agroquímicos, entre otros: pesticidas y fertilizantes en los cultivos de flores o bananos (principalmente), tiene impactos negativos como la contaminación de los cursos de agua, de los suelos, de los alimentos y afecciones a la salud humana, tales como enfermedades de la piel, gastrointestinales o respiratorias Según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

1.4.2 Contaminación del recurso hídrico en el Ecuador

Ecuador cree que en comparación con otras partes del mundo. Ecuador es un país privilegiado en términos de suministro de agua, pero su calidad e incluso su volumen de agua han seguido disminuyendo. La desaparición de las tierras baldías y la creciente deforestación ilustran esta compleja realidad. Asimismo, no se han resuelto los graves problemas que genera el manejo de aguas contaminadas por las actividades de extracción de petróleo y manejo de desechos en la región amazónica. La contaminación ha alcanzado niveles extremos que afectan a 72 cuencas hidrográficas del país. Uno de los puntos donde más ha avanzado la Asamblea Constituyente de Montecristi es el tratamiento del agua y los recursos hídricos

Son muchos los factores que dificultan el desarrollo sostenible de los recursos hídricos como: el cambio climático y la variabilidad natural de los recursos, así como la presión provocada por las actividades humanas. La combinación de estos factores ha aumentado la competencia por el agua y provocado una grave escasez de agua, Pero el problema fundamental es que la búsqueda de beneficios económicos a corto plazo y factores políticos, la visión a largo plazo necesaria para implementar prácticas sostenibles. Idealmente, los administradores deberían considerar las mejores prácticas actuales y los últimos avances tecnológicos al desarrollar un plan hidrológico (Pelayo, 2014).

La mayor parte del consumo de agua de Ecuador se utiliza para riego, y se estima que su consumo de agua representa el 80 % del consumo total de agua. Sin embargo, las pérdidas en el área de captación, los ductos primarios, secundarios y terciarios y las parcelas de muestreo hicieron que la eficiencia variará entre el 15 % y el 25 %.

Uno de los mayores impactos ambientales del agua es el exceso de agua causado por lluvias estacionales y extraordinarias, como las causadas por lo que son especialmente importantes para áreas propensas a inundaciones y grandes áreas cultivos y cultivos. La parte baja de la cuenca costera, Los sectores más afectados son el sistema vial, la agricultura y la ganadería.

1.5 Gestión Ambiental

El concepto de ambiente es un concepto reciente y todavía se encuentra en construcción. Antes, el “Ambiente” no existía, es decir, se hablaba de naturaleza, medio natural y ecología. El concepto de Ambiente aparece como expresión de una problemática contemporánea, anteriormente desconocida, y como tal, comienza a extenderse (Valle, 2016).

Según Hajek & Espinosa (2010), citan la definición de medio ambiente desde el enfoque de los cultores del ambientalismo (los ambientalistas) como “un ámbito biofísico natural y sus sucesivas transformaciones artificiales, así como su despliegue espacial. Se trata específicamente de la energía solar, el agua, la tierra - flora, fauna, minerales y espacio (en el sentido de superficie disponible para la actividad humana), así como del medio ambiente construido y “artificializado” y las acciones ecológicas entre todos estos elementos y entre ellos y la sociedad”. Todos estos elementos constituyen la biósfera, espacio en el que se dan todos los elementos y formas de vida de que depende la especie humana.

La distinción entre ecología y ciencia ambiental en particular se convierte así en algo extremadamente borroso. Se ha propuesto que la ecología continúe definiéndose como aquella disciplina científica que trata de entender la estructura y función de los ecosistemas, mientras que la ciencia ambiental debería definirse

como una ciencia interdisciplinaria que trata de estudiar el impacto del hombre sobre la estructura y función de los sistemas ecológicos y sociales, como también el manejo de estos sistemas para el beneficio y sobrevivencia del hombre.

El ambiente, es un concepto complejo, es un sistema, una totalidad integrada que opera en función del conjunto de las relaciones entre sus elementos como un todo, y donde la contribución de cada elemento o subsistema afecta al funcionamiento de la totalidad (Cerettiv & García, 2020). Esta totalidad está conformada por dos dimensiones: una natural y otra social, vinculadas a través de las actividades productivas y encuadradas en un estilo de desarrollo que define el modo de relacionamiento entre ambas. Desde esta perspectiva, la forma de apropiación de la naturaleza depende de lo que el sistema social quiera o pueda poner en marcha. El concepto de ambiente no puede entenderse si no se lo relaciona al proceso de desarrollo, es decir a la forma en que las distintas sociedades se apropian de la naturaleza (Valle, 2016).

La incorporación del supuesto de la determinación social de la problemática ambiental es un aporte de las Ciencias Sociales, y parte del supuesto de que el "Ambiente" es una construcción humana y por tanto social. Construcción que se configura en la relación entre el hombre y su medio, y de la cual es producto la definición de "naturaleza". Los primeros aportes que se realizaron sobre la temática ambiental provenían de las Ciencias Naturales, y más específicamente de la Ecología, con lo cual su tratamiento fue unidimensional, circunscrito a los aspectos naturales. Lo ambiental se definía como "contaminación". Será recién con la aparición del "Informe Brundtland" (1987), a fines de la década de los '80 se modifica esta óptica. Las críticas al modelo de desarrollo imperante resultarán en una reconceptualización de la naturaleza y se instalarán los conceptos de Medio Ambiente (tal como se lo ha definido) y Desarrollo Sustentable.

Según, Guidice (2015), distingue dos tipos de enfoques de la problemática ambiental: el higienista y el urbanístico. El enfoque higienista, vinculado a los sectores de la salud pública, define a la contaminación como una forma exclusiva del deterioro ambiental, tomando a la salud humana como único patrón para evaluar

sus efectos. El enfoque urbanístico, tiene origen en el desarrollo de la planificación física o territorial. Desde esta concepción, los problemas ambientales son resultado de la falta de planificación tanto de las ciudades como de las regiones. La temática ambiental se trata aquí como "ordenamiento territorial", donde el territorio es un mero soporte de las actividades del hombre.

El paradigma conservacionista, ubica al ser humano como victimario del ambiente natural. Esta postura tomó fuerza alrededor de los años setenta, principalmente en Estados Unidos, donde se crearon los primeros parques nacionales entendidos como espacios o reservas.

Es por ello por lo que la Gestión Integral involucra dos componentes complementarios: conocimiento (contexto técnico) y aplicación del conocimiento (contexto social, económico y político). Un programa de Gestión Ambiental pretende encontrar respuestas adecuadas a los problemas suscitados en la relación entre la sociedad y la naturaleza. Para ello, emprende acciones tendientes a generar y rescatar conocimientos; monitorear las incidencias de las políticas públicas sobre la población (especialmente, hombres y mujeres pobres del área rural) y los recursos del territorio; y sistematizar las experiencias para la construcción del modelo de desarrollo alternativo a qué aspira la sociedad.

1.6 Modelos de Gestión del Agua

El modelo de gestión conceptual para dinamizar la gestión ambiental de cuencas desde un enfoque socialmente responsable, se fundamenta en la necesidad de plantear una propuesta de gestión ambiental que haga más efectivos los planes de recuperación de las cuencas hidrográficas, que ayude a conservar y mejorar el desempeño ambiental de la misma y que involucre a todos los entes tanto gubernamentales como comunitarios, con un verdadero enfoque hacia el desarrollo sostenible como principal objetivo de la responsabilidad social y ambiental (Arteta & Moreno, 2017).

Un modelo de gestión ambiental de aguas es el GAIÁS, que tiene como aporte fundamental la concepción de la cuenca hidrográfica como escenario de

gestión para las aguas subterráneas. Está conformado por nueve elementos, los cuales fueron sometidos a criterios de expertos, se implementaron en la microcuenca Holguín, observando resultados satisfactorios validados a través del ISAAC (Fernández, 2011).

1.6.1 Captación de agua de lluvia

Para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde hace 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo, con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando.

Como captar el agua de lluvia

El aprovechamiento y gestión integral del agua de lluvia son fundamentales ante dos retos actuales, el desarrollo urbano y el cambio climático. Por esta razón, una gestión integral y sustentable del agua de lluvia puede ser una solución para tres de los principales problemas que se están generando:

- **Aumentar la disponibilidad:** al aprovechar el agua de lluvia para usos que no impliquen su consumo como sanitarios, limpieza de superficies, procesos industriales, lavado de vehículos, riego de áreas verdes o cultivos y sobre todo para la recarga de acuíferos.
- **Mitigar inundaciones:** al controlar y almacenar el agua de lluvia, se evita que sature la infraestructura urbana que es cada vez más ineficiente debido a que se han incrementado los volúmenes de agua que deben ser desalojados.
- **Evitar contaminación de fuentes naturales:** al retener y limpiar el escurrimiento pluvial se evita que arrastre basuras, sedimentos y grasas a ríos, canales, lagos y humedales. También se evita que la tierra absorba estos desechos y que contamine las reservas subterráneas de agua.

1.6.2 Captura de Niebla

1.6.2.1 Neblina y Niebla

Son gotas de agua muy pequeñas suspendidas en el aire sobre el suelo que redujeron la visibilidad a menos de un kilómetro. Este dato es importante porque si no reduce la visibilidad a esa distancia, técnicamente no es niebla, sino neblina o neblina según menciona (Ayala, 2021). En un momento y lugar determinado, aparece niebla, lo que indica que el vapor de agua en el aire ha llegado a la saturación. La única diferencia entre las nubes y la niebla que vemos a cierta altura en el cielo es que esta última está al nivel de la superficie terrestre.

1.6.2.2 Tipos de Niebla

- **Niebla de evaporación**

La niebla de evaporación, o niebla de advección fría, se forma cuando el aire frío y estable se mueve sobre un cuerpo de agua mucho más cálido. A medida que parte del agua caliente se evapora, el aire frío de arriba se satura y el vapor de agua se condensa en el aire frío. Esto crea la llamada niebla de vapor, mar de humo o smog del mar ártico (Portillo, 2021).

- **Niebla de Montaña**

Una nube baja que llegue a una montaña también causará niebla en esa zona, aunque desde la base de la montaña estemos observando, precisamente, una nube.

- **Niebla de advección**

La niebla que se forma cuando las masas de aire húmedo pasan sobre superficies más frías es niebla de advección. La baja temperatura superficial provoca una disminución de la temperatura de la masa de aire húmedo, esto aumenta su humedad relativa y hace que el vapor de agua se condense en el aire (Portillo, 2021).

- **Niebla frontal**

La niebla frontal se forma cuando la lluvia proviene del aire cálido y cae sobre el aire frío y estable. Si el viento es ligero, las gotas de lluvia se evaporan y saturan el aire cerca del suelo y forman niebla.

1.6.2.3 Factores incidentes en la niebla

- **Vientos**

El viento es uno de los factores climáticos más importantes que influyen en el cambio climático, si hay niebla directamente afectada por la temperatura viento debido a la diferencia de temperatura Se encuentra tanto en regiones terrestres como marinas

- **Variación diurna**

Esta característica se debe a la rotación de la tierra, que provoca el cambio de temperatura entre el día y la noche, debido a la presencia de radiación solar en la superficie terrestre, la temperatura es mayor durante el día, y debido a la ausencia de radiación solar, la temperatura es más baja por la noche (Shingre, 2021).

- **Variación Latitudinal**

Se basa en la oblicuidad de los rayos del sol con respecto a la superficie de la Tierra, en otras palabras, si los rayos del sol inciden en los polos, estos rayos tienen un mayor grado de inclinación, lo que resulta en temperaturas más frías en esas regiones; sin embargo, cuando la radiación solar incide en el cinturón ecuatorial, su inclinación es nula, casi vertical, lo que resulta en una temperatura más cálida.

- **Variación con la altura**

A mayor altitud, la temperatura del aire disminuye, razón por la cual las zonas costeras son más cálidas que las montañas. En las zonas costeras, la

temperatura exhibe cambios insignificantes, ya que por lo general la temperatura del aire local puede aumentar ligeramente debido a la lluvia a diferencia de la temperatura de la superficie del océano; por el contrario, en las zonas montañosas, la masa de aire cálido cambia gradualmente, mientras que al subir va perdiendo temperatura.

- **Relieve**

Las montañas son partes del terreno que tienen una gran importancia porque estas regiones interceptan masas de aire caliente hacer que la masa de aire suba y pierda temperatura o se mezcle debido a la condensación de masas de aire frío que conducen a una mayor humedad del aire, el vapor de agua forma niebla o nubes estratocúmulos.

1.6.2.4 Tipos de Dispositivos de Captura de Niebla

Los dispositivos de captura de neblina varían ampliamente en su estructura y superficie de recolección (tamaño, material, geometría, entre otros). Las estructuras más utilizadas a lo largo del tiempo han sido cilíndricas y bidimensionales; sin embargo, éstas pueden presentar variaciones específicas según el lugar o el estudio para el que hayan sido diseñadas.

- **Captador de Neblina**

El atomizador consta de una estructura de malla hecha de tela tipo raschel u otra tela resistente al agua, por ejemplo, se colocan redes de diferentes tamaños sobre dos listones de madera de pocos metros de altura, de estructura rectangular. A su vez que la estructura recibe la niebla con el viento, estas forman gotas de agua, las cuales mojan la red y caen por las paredes superficiales, hacia una rejilla que conduce a un sistema de canaletas que desvía el agua a contenedores o pozos para su almacenamiento (Córdova, 2022).

- **Sistema Atrapaniebla**

La mayoría de los colectores de niebla instalados en el mundo pertenecen a este grupo. Consisten en una superficie de intercepción de neblina, generalmente de malla Raschel (es posible utilizar otras), colocada perpendicularmente a la dirección del viento. La estructura puede estar enmarcada en una estructura rígida o tensada, entre dos postes. Las dimensiones de este tipo de dispositivos pueden variar según el sitio, presupuesto, requerimientos, entre otros, al igual que la forma en que están sostenidos, empotrados en el suelo o los materiales con los que son contruidos. Este tipo de colectores presenta desventajas frente a vientos fuertes ya que su estructura pierde estabilidad y también la malla puede romperse, por otra parte, sus costos de construcción son bajos y son sencillos de implementar (Cereceda P. et al., 2016).

La disposición de las mallas permite la entrada de la niebla a través de todo el captador, creando turbulencias internas que fomentan la precipitación del agua. Las gotitas quedan retenidas en estas mallas y al unirse entre sí terminan por precipitar hacia la base, diseñada para filtrar el agua antes de pasar a las tuberías que conducen al depósito.

1.6.2.5 Elementos de un Atrapaniebla

- **La Malla**

Las mallas comúnmente utilizadas son polipropileno, pero se han probado en diferentes casos de malla utilizando diferentes tipos de plástico y acero o alambre. Generalmente a menudo, las mallas de sarán o Raschel se utilizan para estas estructuras, porque contiene propiedades y facilidad de uso, pero es necesario elegir mallas que sean resistentes a la exposición al sol y al viento fuerte, porque pueden deteriorar la red y acortando su ciclo de vida (Cereceda et al., 2016).

- **Soportes**

Son pilares de ubicación para garantizar la rigidez de todo el sistema de recolección de neblina, deben ser adecuados para soportar condiciones climáticas adversas como viento fuerte, corrosión por lluvia, luz solar y humedad. Estos postes pueden ser madera, mimbre, metal o cemento, pero su uso variará dependiendo de las características físicas de la zona (Rivera, 2017).

- **Almacenamiento y distribución**

Se debe utilizar un sistema para transportar y distribuir el agua, un sistema de drenaje o canaletas que recogerán el agua que cae de la red para luego transportarla por gravedad a su almacenamiento (Mendoza & Castañeda, 2016).

1.6.3 Agricultura Eficiente

La tecnología y la agricultura de precisión podrían ser la solución en el manejo del agua. Los avances en los métodos de irrigación necesitarán ser implementados y reemplazar las tradicionales, como el riego de surco donde se pierde más del 50% de agua por evaporación.

El desarrollo de herramientas como el sensor llamado AquaSpy, se utilizarán para revisar la humedad de la raíz cada 15 minutos permitiendo conocer las condiciones de irrigación.

1.6.4 Desalación de agua de mar

La desalinización del agua o desalación del agua es el proceso de separación de sales de una disolución salobre (agua salobre o agua de mar) para convertirlas en agua adecuada para el consumo humano.

El proceso de desalinización del agua se lleva a cabo en las plantas desaladoras o plantas desalinizadoras. La desalinización del agua pasa por varias fases:

- Captación del agua salobre.
- Pretratamiento: en esta fase se adecuan las características fisicoquímicas y biológicas del agua captada para las plantas de desalación.
- Desalación: es la fase principal y se aplican técnicas de desalación mediante membranas o mediante destilación o evaporación.
- Postratamiento: es el tratamiento que se lleva a cabo en las aguas desaladas para corregir la dureza y la alcalinidad baja que se genera en las anteriores fases.

1.6.5 Métodos de desalinización del agua

Entre las técnicas de desalación existentes está la desalación mediante membranas o la desalación mediante destilación o evaporación.

En la desalación mediante membranas se encuentran las técnicas:

- Ósmosis inversa
- Nanofiltración.
- Electrodialisis.

Por otro lado, en la desalación por destilación o evaporación, se utilizan tres procesos:

- Evaporación Instantánea Multietapa (MSF).
- Evaporación Multiefectos en Tubos Horizontales.
- Compresión de Vapor (Mecánica y Térmica).

1.6.6 Rendimiento Hidráulico

Es necesario crear un departamento de Mejora del Rendimiento Hidráulico enmarcado en la filosofía de gestión eficiente y sostenible, con el claro objetivo de reducir las pérdidas de agua en las redes de distribución (pérdidas reales), ahorrando no sólo agua, sino también energía. La mejora de la eficiencia hidráulica se refleja

en varios indicadores, siendo el balance hídrico el de mayor interés en este estudio (Tejedor & Cárcel, 2017).

Todas estas fugas de agua en las redes de distribución se pueden dar en canalizaciones, pero también en uniones, válvulas, acometidas, bocas de riego y de incendios, o cualquier otro elemento de la infraestructura. Se deben intensificar los esfuerzos técnicos y económicos mediante la activación de este grupo de Mejora del Rendimiento Hidráulico. Las actuaciones se deben cimentar sobre 4 pilares que son:

- **Gestión de la presión:** mediante la instalación de válvulas reguladoras. Existe una relación directa, como se ha planteado en el ejemplo anterior, entre la presión y el caudal fugado.
- **Control del caudal mínimo nocturno:** instalando registradores de caudal y presión. Es muy importante definir con precisión este parámetro, ya que es un claro indicador de fugas. El objetivo es controlar la gestión de la demanda.
- **Mejora de las infraestructuras:** la renovación de las canalizaciones y otros elementos de la red, así como las infraestructuras complementan los esfuerzos destinados a la eficiencia de la red.
- **Búsqueda de fugas:** a través de un equipo de trabajo muy especializado, que utiliza las tecnologías más modernas disponibles en el mercado para la localización de fugas, ya sean medios acústicos (prelocalizadores, correladores, geófonos o hidrófonos) o de otro tipo (termografía, cámaras de inspección).

1.7 Desarrollo Sostenible

Lara Moriana (2018), menciona que el desarrollo sostenible hace referencia al desarrollo que tiene la capacidad de satisfacer las necesidades de la generación actual mediante el consumo de los recursos naturales sin comprometer a la disponibilidad de estos para futuras generaciones.

Gro Harlem Brundtland, lo define como: "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas" - *Nuestro futuro común* (Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Se trata de explotar los recursos del planeta con moderación, sin exceder su capacidad de renovación natural. El desarrollo sostenible es hoy en día una forma de producir y consumir consciente, que debemos adoptar con urgencia en la sociedad.

El desarrollo sostenible no se puede lograr si no se adquiere el conocimiento necesario sobre la relación entre la producción económica, los efectos ambientales y la calidad de vida en todos los niveles de la actividad económica y social. La mayoría de los problemas socioeconómicos y ambientales son difíciles de integrar en la contabilidad económica o en la planificación e implementación del desarrollo; por lo tanto, el desarrollo sustentable se hace necesario para que los nuevos estilos de vida sean compatibles con el medio ambiente.

2. Marco Legal

La legislación nacional que se menciona a continuación es fundamental para la preservación, la cual busca la creación de líneas estratégicas para el aprovechamiento y conservación del área Hídrica del sector Santa Elena en el cantón Latacunga.

2.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La Constitución de la República del Ecuador con respecto a la naturaleza y de lo propuesto en la legislación sobre la conservación del medio ambiente y el *sumak kawsay* plantea que:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país,

la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 411.- El estado garantiza en este artículo la protección, conservación, recuperación y manejo integral de todos los recursos hídricos. Además, el estado regulará todas aquellas actividades que puedan dañar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de todos los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

En este sentido, el Estado ampara los derechos de toda la población, para que tenga una vida mejor dentro de un ambiente sano y limpio, en desarrollar formas en que las personas y la naturaleza puedan convivir en un ambiente armónico en miras de cumplir con el buen vivir declarado en la Carta Magna. En la parte introductoria de la constitución manifiesta que el buen vivir que se logra con la convivencia armónica de toda la ciudadanía con la naturaleza. Es una decisión del Estado Ecuatoriano la conservación del medio ambiente y la convivencia en equilibrio y en armonía y al ser una decisión dota de los mecanismos necesarios para que las leyes amparen y regulen la protección del medio ambiente, de la tierra y en general de los recursos de la naturaleza.

Además, la constitución especifica que el recurso hídrico es un bien público y que está prohibida su privatización. Garantiza que se dará el apoyo a las comunidades que en sus territorios cuenten con fuentes naturales de agua para su adecuado aprovechamiento y gestión. No se cederá los derechos de utilizarla a personas que quieran lucrar de ella en base a procesos de uso indiscriminado y sin pensar en el impacto que esto generaría en la comunidad, el ambiente, salud y vida de los ciudadanos.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable

y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

2.2 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 16.- De la educación ambiental. La educación ambiental promoverá la concienciación, aprendizaje y enseñanza de conocimientos, competencias, valores deberes, derechos y conductas en la población, para la protección y conservación del ambiente y el desarrollo sostenible. Será un eje transversal de las estrategias, programas y planes de los diferentes niveles y modalidades de educación formal y no formal.

Art. 61.- Las servidumbres ecológicas obligatorias son las franjas de protección ribereña de los cuerpos de agua, así como las laderas escarpadas naturales. La cobertura boscosa o vegetación natural de las servidumbres ecológicas solo puede ser objeto de aprovechamiento de productos no maderables de simple recolección y de usos no consuntivos.

2.3 LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

Registro Oficial el 6 de agosto del 2014

Art 4, literal (h), expresa que la gestión del agua es pública o comunitaria. La realización de la propuesta que este capítulo contiene está dirigida a la participación de dos comunidades en particular, El Manantial y Rancho Bajo, por lo que se puede acoger y fundamentar en este inciso de la ley.

Art 8.- Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. - Se impulsarán espacios de gestión de los recursos hídricos fundados en la participación ciudadana, con representación pública y privada, que, de modo democrático transparente y técnica, busquen optimizar su gestión

Art. 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Art 32: de la ley en el título que hace referencia a la Gestión Pública del agua, expresa lo siguiente: La gestión comunitaria la realizarán las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y juntas de organizaciones de usuarios del servicio, juntas de agua potable y juntas de riego. Comprende, de conformidad con esta Ley, la participación en la protección del agua y en la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que se beneficien los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado.

TITULO III

DERECHOS, GARANTIAS Y OBLIGACIONES

CAPITULO I: DERECHO HUMANO AL AGUA

Art. 57.- Definición. El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y

asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Art. 60.- Libre acceso y uso del agua. El derecho humano al agua implica el libre acceso y uso del agua superficial o subterránea para consumo humano, siempre que no se desvíen de su cauce ni se descarguen vertidos ni se produzca alteración en su calidad o disminución significativa en su cantidad ni se afecte a derechos de terceros y de conformidad con los límites y parámetros que establezcan la Autoridad Ambiental Nacional y la Autoridad Única del Agua.

CAPITULO IV: FORMACIONES VEGETALES NATURALES, PÁRAMOS, MORETALES, MANGLARES Y BOSQUES

Art. 99.- Conservación de páramos, moretales y manglares. Será de interés público la conservación, protección y restauración de los páramos, moretales y ecosistema de manglar. Se prohíbe su afectación, tala y cambio de uso de suelo, de conformidad con la ley.

ORDENANZA PARA LA DESCONTAMINACIÓN Y PROTECCION DE LOS RIOS Y AFLUENTES HÍDRICOS

DE LAS OBLIGACIONES DE LOS CIUDADANOS Y ENTIDADES LOCALES.

Art. 4. Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, todas las obras, proyectos de tipo público y privado, a nivel de servicios e industrial deben aplicar buenas prácticas ambientales e implementar plantas de tratamiento de aguas negras, residuales, descargas industriales, domésticas y otras que alteren las condiciones físico, químicas y biológicas del agua, y atenten su calidad.

Art. 5. Las Instituciones públicas y de control deben detener el avance de la frontera agrícola a partir de los 3.400m, en áreas de producción o captación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas que sean de consumo humano y riego.

CAPÍTULO II.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se basó en un modelo cualitativo de revisión bibliográfica mediante documentación y artículos de distintos autores que sustentan el desarrollo del tema de investigación, con el propósito de interpretar teorías mediante la utilización de materiales como; trabajos de investigación, ponencias, libros y entrevistas que ayudaron a orientar el tema de estudio.

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Investigación Bibliográfica

Según Viera & Rojas (2021), menciona que la investigación bibliográfica es una introducción a otros tipos de investigación científica, ya que busca a través del análisis bibliográfico del tema de investigación obtener los resultados requeridos para el proyecto, ya que detalla las situaciones ocurridas en otros lugares del país.

2.1.2. Investigación de Campo

Es el proceso de utilizar el método científico para obtener nuevos conocimientos en terreno, a partir de la instalación del atrapaniebla.

Por lo cual el desarrollo de esta investigación tuvo índole descriptiva ya que se recolectó, analizó y verificó la cantidad de agua recolectada a través del modelo de atrapaniebla con el tipo de malla utilizada (raschel), en la comunidad del barrio Santa Elena de la parroquia de Juan Montalvo del Cantón Latacunga.

2.2.Método

2.2.1. Método Cualitativo

El enfoque de esta investigación corresponde a información cualitativa. Según Román Osorio et al., (2020), señala que el métodos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

Para el desarrollo de esta tesis se empleó un enfoque cualitativo en donde se observará el clima y demás factores climáticos, puesto que después de su instalación del atrapanieblas pudimos medir el volumen de la recolección del agua por dos semanas y de esta manera podemos obtener las características de la eficiencia del modelo de atrapanieblas en el volumen de agua aprovechable con las mallas raschel en la comunidad del Barrio Santa Elena.

Es importante considerar, que el nivel de investigación es explicativo ya que se debe de indagar y explicar fenómenos como el efecto del proceso de condensación de la niebla por medio de la implementación del atrapanieblas en donde se observará y medirá la recolección del volumen obtenido de agua.

2.2.2. Determinación del punto de muestreo

Se utilizó diferentes herramientas geográficas como mapas de pendientes e información meteorológica del lugar para establecer el punto de muestreo, en campo el lugar designado fue en las siguientes coordenadas:

Tabla 1

Coordenadas del punto de muestreo.

Ítems	Coordenadas en X	Coordenadas en Y	Descripción del área
1	785415.00	9899359.00	Inicio del polígono de implantación.
2	785411.76	9899358.55	
3	785410.93	9899353.49	Implantación del recolector de neblina
4	785415.24	9899354.28	
5	785415.00	9899359.00	Final del polígono de implantación

Nota: coordenadas del área de implementación del atrapaniebla **Fuente:** Elaboración Propia

2.3. Materiales para la elaboración de los colectores de niebla

Para el diseño y elaboración del sistema de atrapaniebla se utilizó los siguientes materiales:

- Malla Recolectora de Agua (Raschel)
- Tubo PVC 4in
- Pingos
- Hilos
- Silicón
- Correas
- Tanque recolector
- Cuaderno y ficha para anotar el caudal

2.4. Técnicas

El diseño de los atrapanieblas fue un modelo tipo torre y se realizó la construcción de los mismos con malla del tipo Rashel las medidas de los paneles son las siguientes: 2 metros de alto x 5 metros de largo a una altura de 1,5 m del nivel del suelo, con infraestructura metálica enterradas a un 1m que permitirán sostener las mallas, una canaleta en tubo de PVC 4” que recibirá el agua condensada que desciende por las mallas y finalmente una bajante de tubo de PVC 2” que transportará el agua hacia un tanque de almacenamiento del agua captada.

El desarrollo para la construcción e instalación se detalla a continuación;

- Construcción del marco para la fabricación de los paneles que irá a los lados de los atrapanieblas.
- Colocación de las Mallas tipo raschel que servirán como elementos captadores de la humedad de la neblina
- Habilitación de canaletas para la canalización de agua a partir de la tubería de 4 pulgadas cortadas a la medida de los paneles construidos.

2.4.1. Recolección de datos

Se utilizaron cuadernos de campo, y archivos GIS como: modelo de elevación Digital (DEM), tipo de uso de suelo, temperatura, isoyetas, taxonomía y cobertura vegetal disponibles por la Secretaría Nacional de Planificación (Información Geográfica) para recolectar los datos de la zona de estudio de igual se utilizó un tanque recolector de 25 litros marcadas en su interior con cada medida para de esta manera verificar el nivel de agua captada.

2.5.Población y muestra

2.5.1. Población

La población de la presente investigación estará conformada por la cantidad de personas beneficias que será alrededor de 30 familias que harán uso de este sistema de captación de agua por medio del sistema de atrapanieblas.

2.5.2. Muestra

De la población se seleccionaron a 2 grupos importantes, de los cuales las dos personas seleccionadas brindaron la información oficial costo, beneficio de la implementación de la torre tipo rectangular para captar agua.

CAPÍTULO III.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la Zona de Estudio

El presente proyecto se aplicó en el barrio Santa Elena, ubicado en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. El mapa de ubicación del área de estudio se realizó mediante el Software ArcGIS con las coberturas de libre acceso adquiridas del Geoportal IGM y las coordenadas de la comunidad obtenidas en campo mediante el uso de GPS Navegador. El área de protección Hídrica Santa Elena, forma parte de la microcuenca del Río Illuchi, la cual abastece el agua de consumo humano a más del 40% de la población es decir el beneficia a 52.000 habitantes de la

Figura 3

Mapa de ubicación de la zona de estudio.



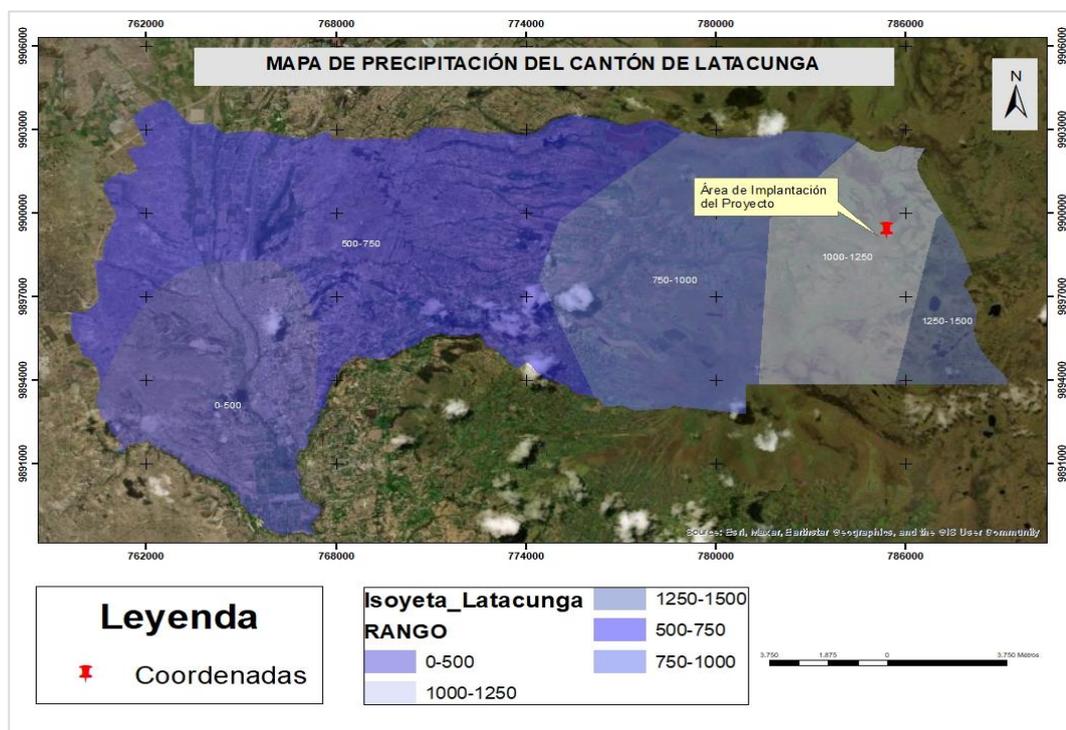
Nota: La ubicación del área de implantación del sistema de atrapaniebla *Fuente:* Elaboración propia

3.1.1 Precipitación

La precipitación es un fenómeno que ocurre en la superficie terrestre en forma de lluvia, rocío, nieve, granizo y se mide en milímetros, en la siguiente figura se observa que en la zona de estudio la precipitación es de 1000 mm a 1250 mm mientras, en la parroquia Latacunga la precipitación máxima es de 1250 mm a 1500 mm y la precipitación mínima varía desde 0 mm a 500 mm.

Figura 4

Mapa de precipitación de la parroquia Juan Montalvo.



Nota: La precipitación que presenta el área de muestreo es de 1000 a 1250 mm

Fuente: Elaboración propia

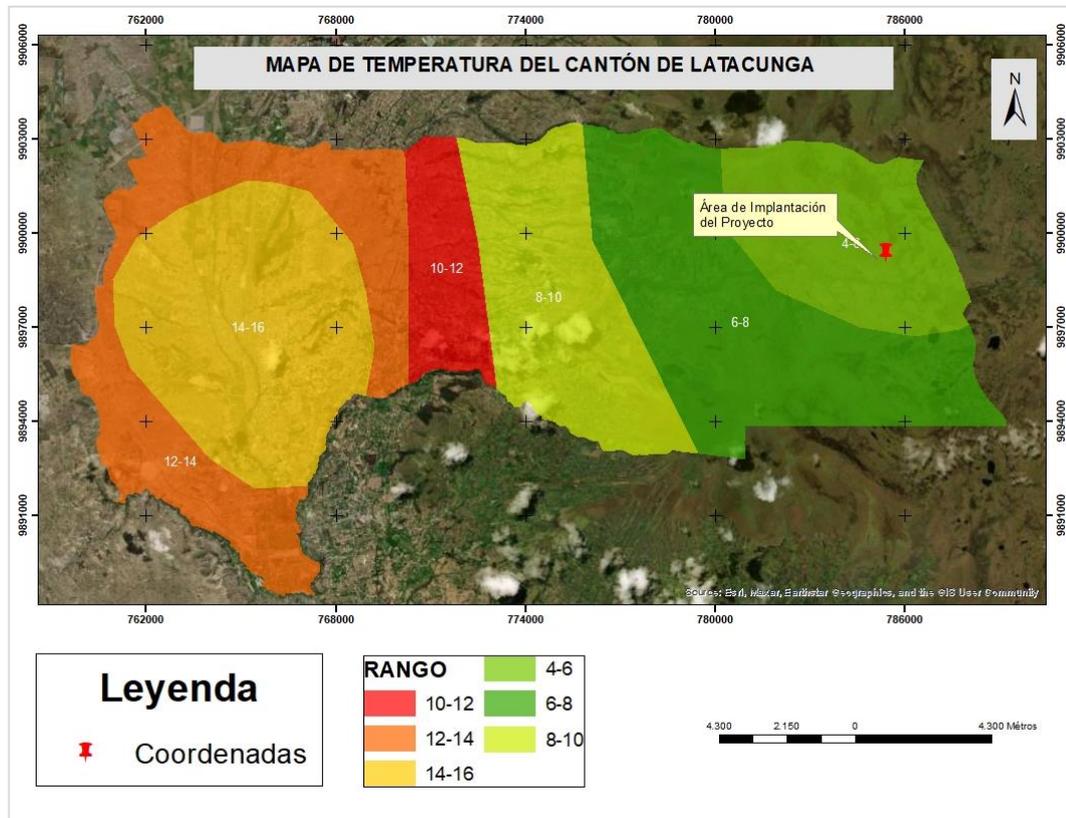
3.1.2 Temperatura

La temperatura es un factor climático importante que afecta el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos. Para ello, es necesario analizar la temperatura de la piscina o de la obra, y es importante saber: la temperatura media del mes; temperatura media anual; fluctuaciones de la temperatura media anual; variación espacial de la altitud y la temperatura. En la siguiente figura se puede observar que la temperatura en la zona de estudio es de 6°C a 8°C, mientras que en

la parroquia de Juan Montalvo la temperatura máxima es de 14°C a 16° mientras que la temperatura mínima varía de 4°C a 6°C.

Figura 5

Mapa de temperatura de la parroquia Juan Montalvo.



Nota: La temperatura que presenta el área de muestreo es de 4 a 6 grados

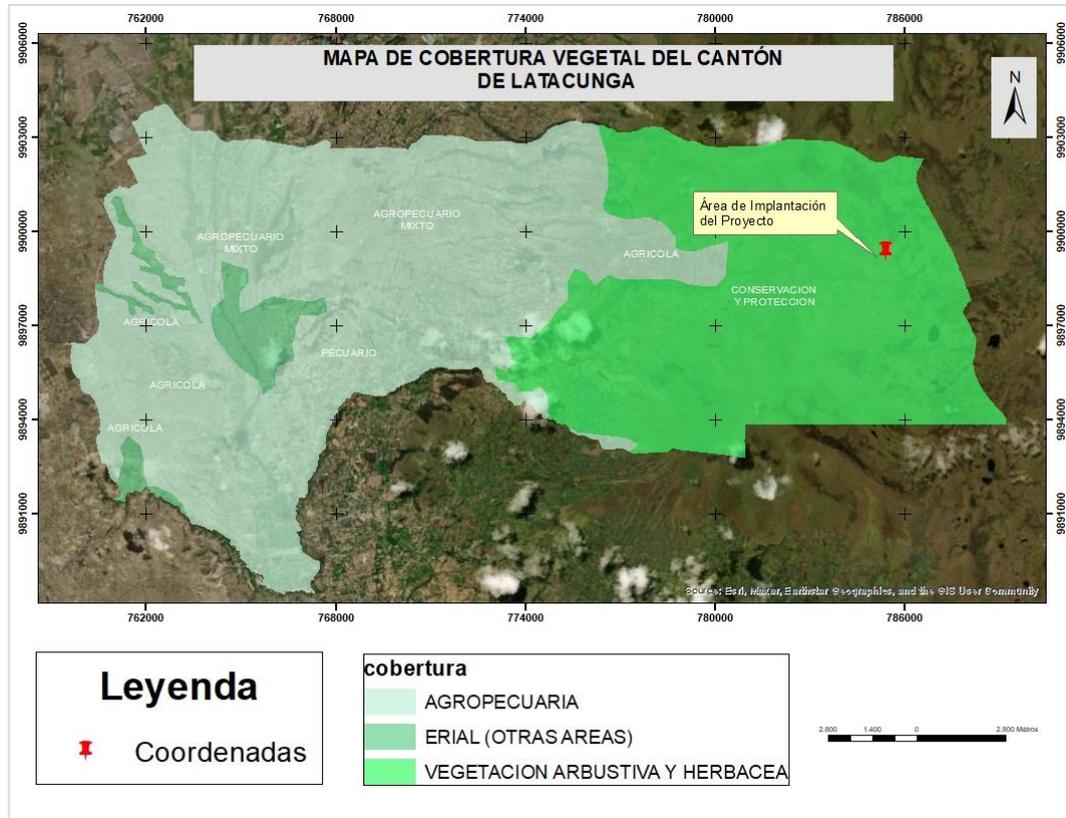
Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Cobertura vegetal

Entender la capacidad de uso de la tierra es fundamental para utilizar la tierra de acuerdo a sus condiciones o características, así como para mantener la capacidad de uso de la tierra, evitar su degradación y así aumentar el rendimiento. La cobertura vegetal que presenta la zona de estudio son áreas de vegetación arbustiva y herbácea, en la parroquia Latacunga la cobertura vegetal que predomina son zonas agropecuarias.

Figura 6

Mapa de cobertura vegetal de la parroquia Juan Montalvo.



Nota: El mapa de cobertura que presenta el punto de muestreo es de conservación y protección

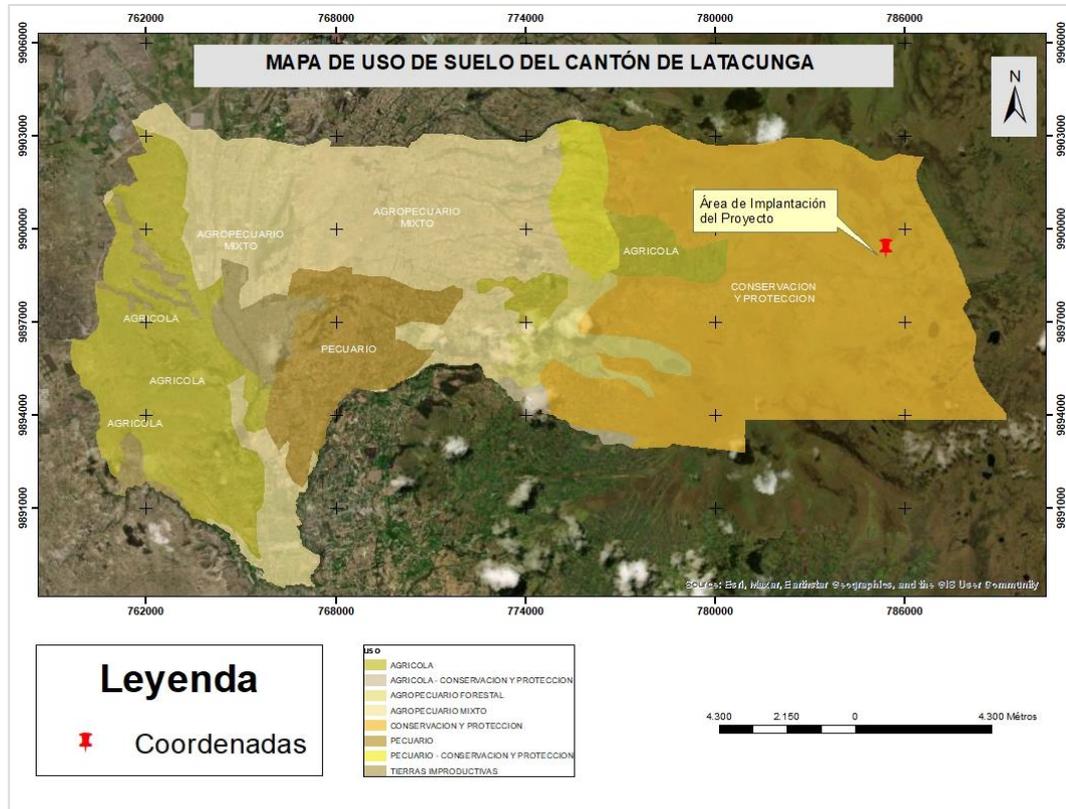
Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Uso del suelo

El conocimiento de la capacidad de uso del suelo es fundamental para hacer uso de está basado en sus condiciones o características y además para conservar esta capacidad debe evitar su degradación y obtener así el máximo rendimiento en la producción. En la zona de implementación del proyecto, es una área de protección y conservación, la parroquia Latacunga consta de áreas agrícolas, pecuarias y tierras improductivas.

Figura 7

Mapa del uso de suelo de la parroquia Juan Montalvo.



Nota: El mapa de usos de suelo que presenta el área de monitoreo es de conservación y protección.

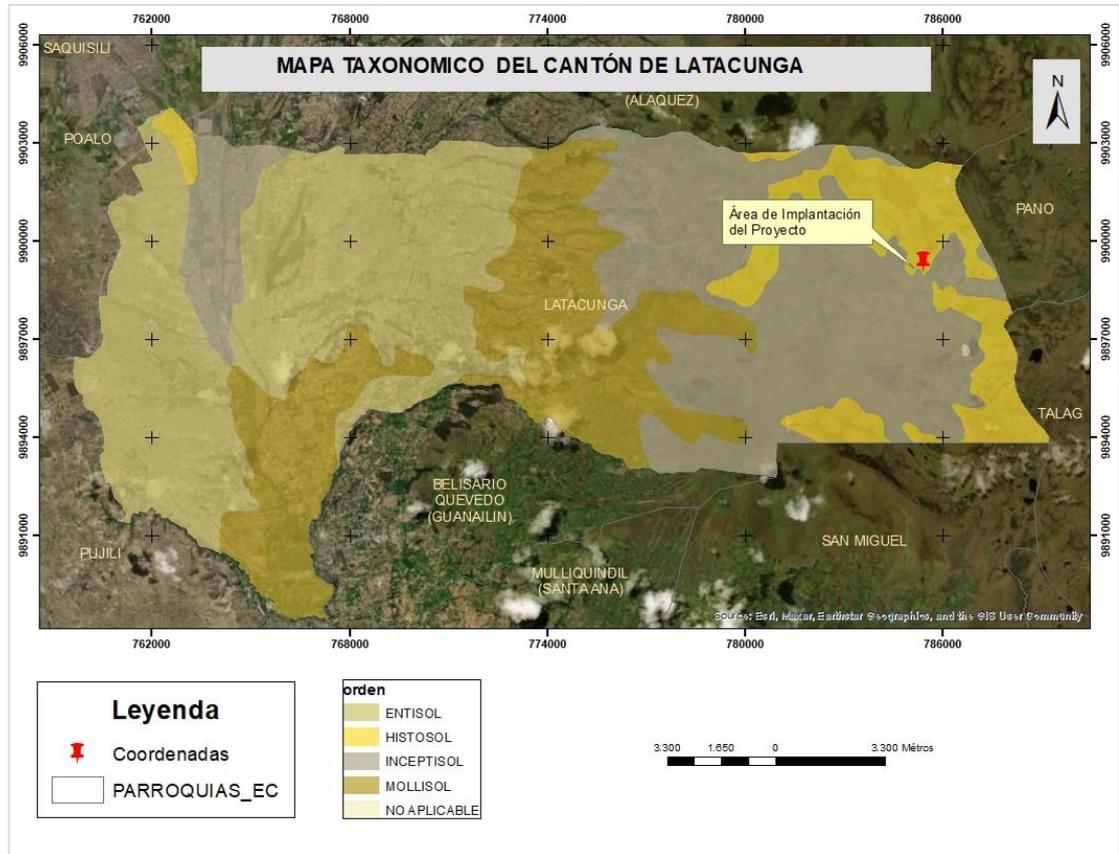
Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Taxonomía

En la clasificación de suelos se refiere a la agrupación con un rango de propiedades similares a unidades que puedan ser georreferenciadas y mapeadas. De hecho, los suelos se consideran como un recurso natural mucho más complejo que otros elementos como el aire y el agua. En la zona de implementación predomina un suelo histosol mientras que en la parroquia Latacunga predominan los suelos inceptisoles y entisoles.

Figura 8

Mapa taxonómico de la parroquia Juan Montalvo.



Nota: La taxonomía que presenta en área de monitoreo es histosol

Fuente: Elaboración propia

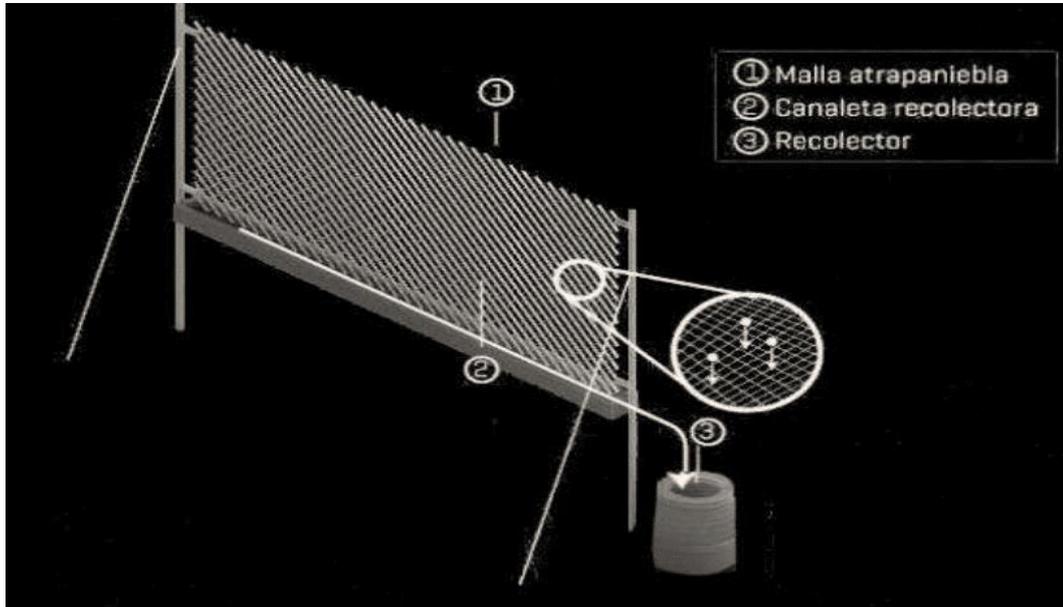
3.2 Determinar el volumen de agua aprovechable de nieblas

Durante el desarrollo de la investigación, para dar cumplimiento a nuestro segundo objetivo la cual es obtener agua mediante una técnica sostenible, fácil y económico, la cual es un captador de neblina, o atrapanieblas se estuvo midiendo durante dos semanas (lunes a viernes) la cantidad de agua que recolecta el Atrapanieblas ubicado en la comunidad del barrio Santa Elena.

Para la construcción de nuestro captador, se inició con el diseño de este en manera virtual cabe mencionar que este prototipo es un modelo que se puede replicar ya se para que el atrapaniebla sea más largo.

Figura 9

Diseño del sistema de atrapaniebla.



Nota: Diseño del modelo de un atrapanieblas para la construcción.

Fuente: Elaboración propia

Los componentes o materiales los cuales se utilizaron fueron la malla de raschel, la cual es la que capta la neblina, para que mediante un proceso físico se convierta en agua en estado líquido, posteriormente los soportes son metálicos para que tenga mayor estabilidad, mientras que las canaletas o recolector de agua, básicamente son de tubo de PVC, en la cual se cortó por la mitad, para obtener la canaleta que se deseaba para el captador de neblina y finalmente un tanque de 25 litros de almacenamiento para analizar e identificar el volumen captado de agua.

3.2.1 Puesta en funcionamiento del captador de neblina

Es necesario que la técnica sea práctica, de bajo costo y fácil de obtener resultados a corto plazo, con el fin de lograr una viabilidad de este, es por ello que la colocación de este se vio en espacio apropiado como se puede observar en la **figura 10**.

Figura 10

Atrapaniebla en la zona de estudio.



Nota: Atrapaniebla puesta en marcha para la captación del agua de neblina

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Recolección de Datos

Posteriormente a la colocación del captador de neblina, se inició la medición de agua obtenida, durante dos semanas cabe mencionar que la medición se realizó en la mañana y tarde de lunes a viernes.

La recolección de datos se realizó con un tanque de muestra (tanque transparente marcado con litros) de 25 litros, en el que identificó por los horarios de recolección. Se presenta los datos recolectados durante 15 por el atrapaniebla desde el 13 de febrero del 2023 hasta el 3 de marzo del 2023, cabe mencionar que la toma de datos se realizó dos veces al día, en la mañana y en la tarde como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2*Horario de la recolección de datos durante el tiempo de muestreo.*

Ítems	Fecha	Horario	Recolección de agua en litros	Total, de recolección diaria
1	lunes, 13 de febrero de 2023	9:23:00	3.24	13.68
		17:30:00	10.44	
2	martes, 14 de febrero de 2023	8:00:00	12.04	17.04
		16:34:00	5.00	
3	miércoles, 15 de febrero de 2023	8:32:00	3.23	9.53
		17:45:00	6.30	
4	jueves, 16 de febrero de 2023	9:21:00	12.70	14.02
		13:32:00	1.32	
5	viernes, 17 de febrero de 2023	7:19:00	10.60	15.32
		18:02:00	4.72	
6	lunes, 20 de febrero de 2023	6:03:00	7.12	10.45
		14:56:00	3.33	
7	martes, 21 de febrero de 2023	9:44:00	4.55	4.55
		No tomada mal clima imposible el ingreso		
8	miércoles, 22 de febrero de 2023	7:06:00	12.5	19.53
		15:16:00	7.03	
9	jueves, 23 de febrero de 2023	8:07:00	2.41	5.64
		18:00:00	3.23	
10	viernes, 24 de febrero de 2023	8:09:00	4.18	5.85
		16:54:00	1.67	
11	lunes, 27 de febrero de 2023	9:46:00	11.72	17.99
		17:11:00	6.27	
12	martes, 28 de febrero de 2023	10:11:00	1.11	4.23
		18:02:00	3.12	
13	miércoles, 1 de marzo de 2023	7:33:00	2.56	6.1
		15:12:00	3.54	
14	jueves, 2 de marzo de 2023	7:10:00	5.43	9.07
		16:22:00	3.64	
15	viernes, 3 de marzo de 2023	9:22:00	12.33	14.5
		17:00:00	2.17	

Nota: Los datos obtenidos varían considerablemente la cual es buena dando a entender que el captador de neblinas obtiene una buena cantidad de agua.

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Volumen de agua

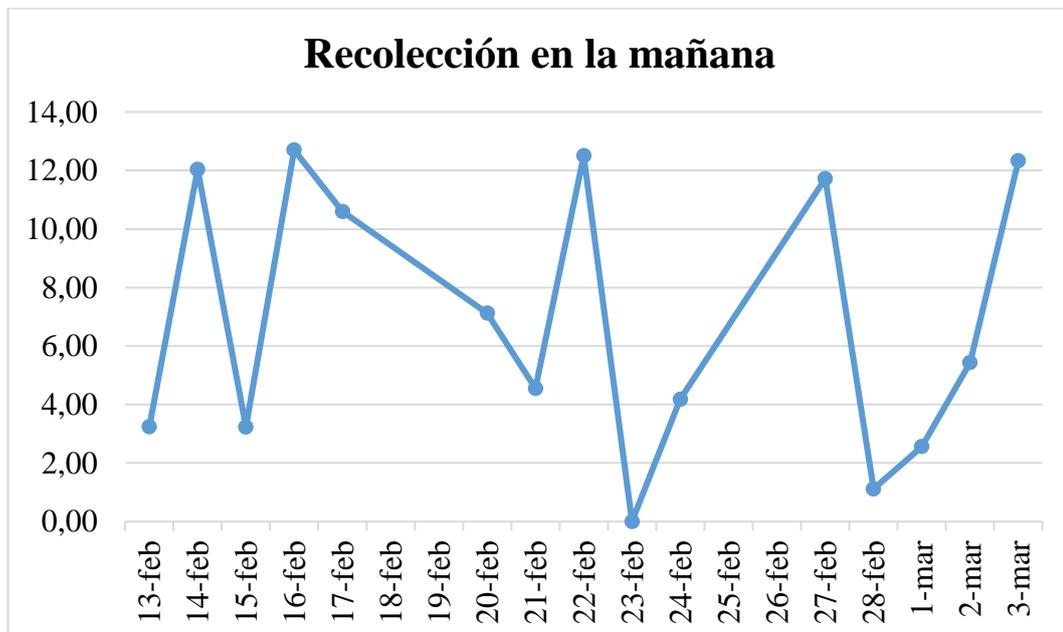
Se realiza una medición del caudal, en el cual se identifica que 1 litro de agua se llena en 5.95 segundos entonces cada minuto tenemos un caudal de 10,084 litros.

Sin embargo, esto dependerá mucho de la época del año y la constante fluidez de neblina que exista en el lugar, así mismo, el sistema recoge diariamente entre cuatro y catorce litros de agua por los 10 m² de superficie, esto da un resultado de aproximadamente 15 a 20 litros por minuto actualmente. Esto tiene como finalidad el aumento de caudal al río proveniente del barrio Santa Elena de la parroquia Juan Montalvo, que tiene un recorrido al primer reservorio de agua, para el consumo humano.

En la siguiente figura 10, se observa la recolección diaria por la mañana durante los 15 días, el valor máximo fue de 12,70 litros el día 16 de febrero mientras que el valor mínimo recolectado fue 1,11 litros el 26 de febrero.

Figura 11

Datos tomados diariamente en la mañana.



Nota: Datos de recolección de agua en la mañana.

Fuente: Elaboración propia

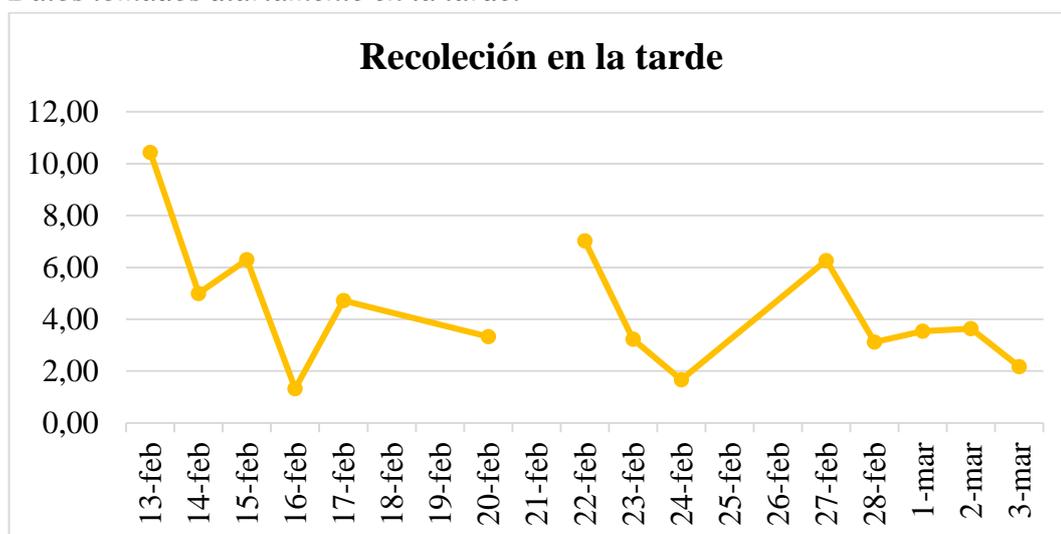
Mientras que en la figura 11 se muestra la recolección en la tarde la cual muestra el valor máximo que es de 10,44 litros, el día 13 de febrero presenta un volumen captado la cual es mínimo de 1,32 litros, y es el día 16 de febrero, cabe mencionar que los datos varían depende las condicione climáticas presentes en la zona de estudio.

Con respecto a los páramos y el avance de la frontera agrícola hacia las zonas altas de los páramos, pone en alto riesgo ya que la desaparición de la vegetación protectora causando una exposición del suelo al aire y aumentando la evapotranspiración en el suelo superficial ocasionando una menor capacidad de retención de agua. Se debe agregar que el páramo son verdaderas esponjas de agua, gracias a la gran capacidad de retención de agua de sus suelos (Torres & Vásquez, 2015).

Por consiguiente, los resultados obtenidos en el presente estudio demostraron que el volumen de agua captada presenta diferencias significativas. Según Guamantaqui, (2014) menciona que en los meses de enero dentro de su investigación se recolectó mayor cantidad de agua con relación a febrero con promedio de 8,43 litros durante todo el estudio, esto nos da a entender que la recolección de agua por medio de atrapanieblas va depender mucho de la nubosidad que exista en el sitio de implementación.

Figura 12

Datos tomados diariamente en la tarde.



Nota: Datos de recolección de agua en la tarde.

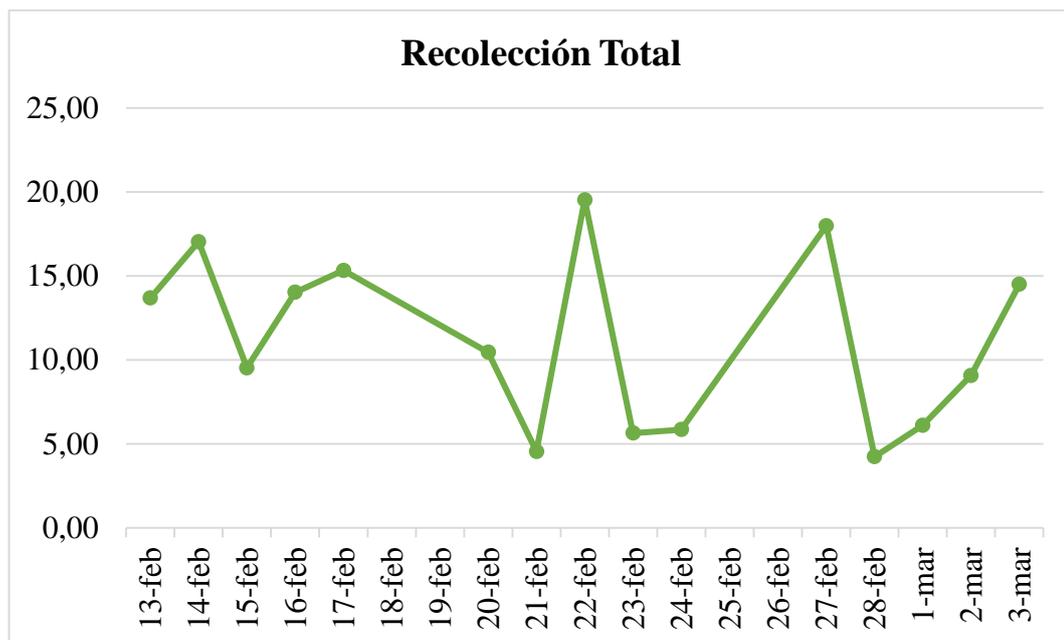
Fuente: Elaboración propia

Por último, en la figura 12, se observa la recolección diaria total en la cual se evidencio que el valor máximo de volumen de agua recalentada es de 19.53 litros y es el 22 de febrero mientras que el valor mínimo presenta un volumen de agua captada de 4,23 litros, y es el 28 de febrero.

A diferencia del estudio de Cereceda et al., (2011), quien registró valores superiores en una zona norte de México, quienes evaluaron la captación de agua de niebla por un tiempo aproximadamente tres años, en seis lugares diferentes, encontraron un promedio diario de captación de agua de 8,26 litros en Cerro Moreno, 7,81 litros en el Alto Patache, 3,36 litros. Promedios por encima de lo registrado en febrero.

Figura 13

Datos totales tomados diariamente.



Nota: Datos de recolección de agua total.

Fuente: Elaboración propia

El aporte del atrapaniebla es algo positivo debido a que aporta agua al área de protección hídrica. Cabe recalcar que para la recolección de datos del sistema se consideró los meses de febrero y marzo, al ser una zona que se encuentra en una región montañosa, es común que exista una fuente de humedad abundante que se

puede aprovechar. Esto beneficia al área hídrica ya que aumenta su fuente de agua con el fin de reducir la dependencia de distintas fuentes de agua como agua subterránea.

Por lo tanto, al conocer que es necesario la presencia de neblina, humedad, dirección y velocidad del viento se determina que es muy importante estos factores que incida en la zona de estudio para lograr una mayor en la eficiencia de cosecha de agua tal cual como señala (Meléndez et al., 2015).

Con todo lo antes descrito se puede entender que los recursos naturales como las tierras agrícolas provocan cambios ambientales, especialmente en la flora, fauna y recursos hídricos. Por ende, hay que cuidar las especies endémicas de dicha zona y para dar respuesta se realizaron charlas de conservación ambiental y la siembra 67 especies (chuquiragua, chilca y paja) las cuales fueron recolectadas de la misma zona para no interferir en el cambio de especies ni el tipo de suelo.

Figura 14

Charla a la comunidad Santa Elena



Nota: Capacitación de la importancia de conservación de los recursos naturales

Tabla 3

Especies de reforestadas dentro del lugar de muestreo.

Ítems	Especies	Números de plantas reforestadas
1	Calamagrostis intermedia POACEAE	12
2	Lupinus lespedezoides FABACEAE	20
3	Bidens andicola ASTERACEAE	15
4	Chuquiragua (Chuquiraga jussieui)	14
5	Chilca (Baccharis latifolia)	6
Total		67

Nota: Especies reforestadas alrededor del lugar de área de captación del agua.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Proponer estrategias de protección y conservación

INTRODUCCIÓN

Una vez realizado los análisis de los criterios de calidad que hemos seleccionado para este estudio y la cantidad de agua captada por la neblina, se vio la necesidad de elaborar una propuesta que tiene como enfoque el desarrollo de sistemas de captación de agua de neblina para el abastecimiento de las familias del sector de Santa Elena y la utilidad del recurso hídrico para cubrir sus necesidades.

Debido a que el agua recolectada no es apta para consumo humano porque no presenta un proceso de tratamiento para tal uso, se determinó que la propuesta debe estar encaminada a satisfacer las necesidades productivas, es decir, para uso agrícola o de riego a cultivos pequeños o huertos familiares e incluso mandar directamente a los cuerpos hídricos para el aumento del caudal. El objetivo principal de la propuesta es desarrollar actividades y técnicas que ayuden a mejorar la calidad de vida del sector de Santa Elena de la parroquia de Juan Montalvo. Las estrategias que se formulan fueron detectadas mediante el diagnóstico, y a las condiciones ideales a las que aspiran los pobladores.

OBJETIVOS

Objetivo general

Su principal objetivo es procurar el aprovechamiento pleno e integral de los recursos naturales renovables, reorganizando el uso de los recursos naturales renovables según las posibilidades tecnológicas y las características sociales. Esta área de protección y conservación tendrá como finalidad garantizar el suministro de agua necesaria para la comunidad.

Objetivos específicos

- Delimitar el área de protección y las afluentes que contribuyan al suministro de agua.
- Lograr un manejo y conservación de las zonas de protección hídrica especialmente las que están situados en ambientes frágiles.
- Satisfacer las demandas del consumo para la población.

ESTRATEGIAS

Con la finalidad de alcanzar el objetivo se propone las siguientes estrategias que permiten orientar a la implementación de las mismas:

- Programa de implementación de sistema de captación de agua de neblina.
- Programa de manejo y uso de agua para riego y actividad agrícola local en la comunidad de Santa Elena de la parroquia de Juan Montalvo.
- Programa de mantenimiento y control de los sistemas de captación de agua de neblina en la zona de estudio.
- Evaluación y planificación de las demandas de agua de la sociedad.
- Elaboración de balances hídricos y definición de estrategias de largo plazo para el mantenimiento del equilibrio y el uso racional del agua.
- Formular planes detallados de conservación y manejo en forma escalonada en base a áreas prioritarias
- Evaluar las posibles fuentes de contaminación en el área hídrica.
- Establecer programas de educación y concientización de la población urbana y rural.

- Planes detallados y proyectos de conservación, manejo, control y rehabilitación de áreas degradadas.
- Promover la incorporación de la comunidad, en general, dentro del proceso conservacionista de manera participativa y activa.
- Promover en el conjunto de la sociedad, el conocimiento, valoración de las prácticas, saberes del agua y respeto a los sitios de agua.
- Se deben realizar programas de educación y concientización de la población urbana y rural.
- Forestación y reforestación y uso limitado de tierras en las zonas de protección hídrica.
- Implementación de programas de asistencia técnica y extensión agrícola para manejar la "demanda" consuntiva por parte de los cultivos, esto se traduce en mayor eficiencia de riego y aumento de productividad y producción de los cultivos.

Inicio de proyecto compartido con los moradores



Adecantamiento del area extarna de la capilla con material para la participación social del proyecto de investigacion.

Tabla 4*Descripción de las actividades para el control de las diferentes estrategias.*

N.º	Actividad	Descripción	Responsable
1	Localización de los recursos naturales	Se deberá gestionar una planificación donde se dé prioridad a los recursos naturales que se encuentren.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
2	Uso de fertilizantes químicos	Reducir el uso de fertilizantes agrícolas y utilizar abonos orgánicos para minimizar la contaminación	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
3	Conservación del suelo	Desarrollar métodos de conservación para evitar el desgaste de la cobertura vegetal	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
4	Evaluación de los recursos hídricos existentes	Realizar un estudio exhaustivo el cual determine la disponibilidad y calidad del recurso hídrico de la zona. El cual incluirá la identificación de fuentes de agua, el caudal y la capacidad de regeneración natural	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
5	Delimitación del área de protección	Establecer los límites del área de protección y conservación que son claves para asegurar el suministro de agua.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
6	Implementación de medidas de conservación	Implementar las estrategias para la protección y conservación de los recursos hídricos, incluyendo la regularización de las actividades humanas que tengan un impacto negativo en la calidad y cantidad del agua.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
7	Garantizar normativas y regulaciones	Verificar que se cumpla con las normativas de regulación específicas para el uso y manejo adecuado del área de protección hídrica.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
8	Campaña de sensibilización ambiental	Se darán programas de educación y concientización que estén dirigidos a la comunidad local, con el objetivo de promover el uso responsable del agua y la importancia de conservación, esto incluirá talleres, charlas informativas y campañas.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.
9	Monitoreo y evaluación continua	Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para verificar la efectividad de las medidas implementadas con el fin de asegurar que el caudal de agua disponible sea suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad a largo plazo.	Departamento de Ambiente y GAD Municipal.

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

- Es necesario establecer regulaciones y políticas que respalden las medidas de conservación, las cuales sancionen a aquellos que incumplan las medidas establecidas.
- Llevar a cabo un monitoreo constante del recurso hídrico y de las acciones realizadas. Esto permitirá evaluar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes en caso.
- Involucrar a la población local en la toma de decisiones, la implementación de acciones y el monitoreo, promoviendo el sentido de pertenencia y corresponsabilidad con el recurso hídrico.
- Establecer alianzas con organizaciones no gubernamentales, entidades gubernamentales y otros actores clave para fortalecer la implementación de la propuesta y contar con un enfoque multidisciplinario y colaborativo.
- Evaluar periódicamente los resultados obtenidos a través del monitoreo y la participación comunitaria. Si se identifican áreas de mejora o nuevos desafíos, se deben realizar ajustes a las medidas de conservación para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del recurso hídrico para la comunidad.

RESPUESTA A LA PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Los atrapanieblas implementados presentan una eficiencia óptima en la captación de agua de niebla, donde la cantidad de agua recolectada satisface todas las necesidades de los pobladores del barrio Santa Elena y su calidad es adecuada para consumo humano y uso doméstico?

Los atrapanieblas implementados en el área de estudios si son óptimas a la hora de captar agua de niebla, el diseño tipo torre rectangular instalada nos proporcionó valores de 10, 44 litros por la noche y entre las ocho de la mañana nos proporcionó una recolección del 12, 04 litros esto mostrando que la mayor parte de recolección de agua se tiene a partir de la noche. Sin embargo, hay que considerar las bajas temperaturas que la zona de estudio tiene, por ende, hay días que va a estar mayor nubosidad la cual tendremos mayor recolección de agua.

En definitiva, la construcción del atrapanieblas es una tecnología accesible y ambientalmente ecológica que provee servicios ambientales significativos sin alterar en gran medida el paisaje natural, esto ayuda a mejorar la calidad de vida de los sectores rurales mediante la reactivación económica y productiva de los campos agrícolas y pecuarios, cabe mencionar que la calidad de agua recolectada no sería apto para el consumo sin un previo análisis. Por otro lado, esta tecnología puede ser una solución de escasez del agua para las presentes y futuras generaciones producto de la acción del cambio climático

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La zona hídrica de Santa Elena es un recurso vital para el ecosistema local y para el bienestar de la población proporcionando agua potable, sostiene la biodiversidad y brinda servicios ambientales, como la regulación del clima y la conservación de hábitats acuáticos. Sin embargo enfrenta desafíos significativos, como la contaminación, la sobreexplotación y el cambio climático, estos factores amenazan la calidad y disponibilidad del agua, poniendo en peligro tanto el ecosistema como las necesidades humanas.

El sistema de atrapaniebla es eficiente debido a que contribuye con el mejoramiento y preservación del caudal utilizado para el consumo de los animales y zonas agrícolas de la comunidad de Santa Elena de la parroquia de Juan Montalvo, en la recolección de datos se observó que el valor máximo es de 19.53lt el día 22 de febrero mientras que el valor mínimo es de 4,23lt el día 28 de febrero, beneficiando al área hídrica y sus pobladores. Por lo que estos resultados indica que es una tecnología amigable de fácil mitigación de los impactos con la desinstalación de los equipos sin que requieran grandes trabajos de remediación adicionales, sin duna esta tecnología ha sido de gran veneficio para el sector rural de la comunidad de Santa Elena ayudando a proporcionar agua para la agricultura y el consumo de los animales.

Se identificaron los beneficios, como el uso del agua captada, para la satisfacción de las necesidades actuales de la comunidad de Santa Elena con dificultades para obtenerla. Otros beneficios están relacionados con la reforestación de los ecosistemas, uso en agricultura y actividades agropecuarias. También, se identificaron las ventajas: presentan características amigables con el medio ambiente, no requiere ningún tipo de energía para su funcionamiento y los materiales para su construcción e instalación son de bajo costo y fáciles de obtener.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros investigadores desarrollar temas relacionados con modelos de gestión ambiental que se hayan aplicado con éxito en el manejo sostenible de los recursos hídricos en diferentes lugares, con el fin de abordar problemas similares y qué estrategias se han implementado, considerando los aspectos como: la gobernanza, la participación de la comunidad, la protección de áreas de recarga de agua, la conservación de cuencas hidrográficas.

Se recomienda a la comunidad Santa Elena establecer zonas de protección y conservación alrededor de fuentes de agua, limitando el desarrollo urbano y la actividad industrial en áreas sensibles. Esto ayudará a prevenir la contaminación y garantizar la calidad del agua mediante el uso adecuado y eficiente en sus hogares, promoviendo medidas como la reparación de fugas, el uso de dispositivos ahorradores de agua y la conciencia sobre el consumo responsable.

Se recomienda a las autoridades Santa Elena implementar programas de monitoreo y control de la calidad del agua para identificar fuentes de contaminación y tomar medidas para reducir su impacto. Esto puede incluir la regulación de vertidos industriales y agrícolas, así como la promoción de prácticas de manejo de desechos adecuadas. A su vez tener en cuenta la propuesta de la investigación para la conservación del área hídrica Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos . «Protección de las fuentes de agua.» 05 de abril de 2022. <<https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-sobre-la-proteccion-de-las-fuentes-de-agua>>.
- Antúnez, Sanchez Alcides y Tello Lenin Lucas Guanoquiza. «La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador.» 2018.
- Aranda, Carlos. «portalambiental.» 13 de Marzo de 2021. <<https://www.portalambiental.com.mx/sabias-que/20210313/cuales-con-los-tipos-de-servicios-ambientales>>.
- Arteta, Yussy y Maira, De Leon, Ingrid Moreno. (2017).
- Asamblea Nacional . *Ley Orgánica de RecursosHídricos Usos y Aprovechamiento del Agua*. Registro Oficial N° 305, 2014.
- Ayala, Marco. 27 de Enero de 2021. <<https://www.rtve.es/television/20210127/niebla-formacion-tipos/2070023.shtml>>.
- Cereceda, P., y otros. *Agua de Niebla*. Santiago, 2016.
- Cereceda, Pilar, P. Hernández y J. Leiva. «Agua de niebla, nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas.» 2016.
- Ceretti, G. y Z. García. *Discursos ambientales*. Argentina, 2020.
- Chereque, M. OW, V. «Hidrología para estudiantes de ingeniería civil Pontificia Universidad Católica del Perú, obra auspiciada por CONCYTEC. Lima, Perú, 223 pp.» 1989. <https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf>.
- Córdova, Flores Miguel Ángel. *MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA DE CAPTACIÓN VOLUMÉTRICA DE AGUA DE DOS ATRAPANIEBLAS TRIDIMENSIONALES EN LA LOCALIDAD DE CARPISH DISTRITO DE CHINCHAO – PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021*”. Perú, 2022.
- Corredor, Emma, Jorge Fonseca y Páez Edwin. «Los servicios ecosistémicos de regulación.» 2017.
- Cruz, Arturo, y otros. *Estimación de la recarga y balance hidrológico del acuífero de la Paz, BCS, México*. 2013.

- Del Giudice, Fernando. *Guía Ambiental de la Argentina*. Argentina, 1994.
- Del Valle Diaz, M. «La política ambiental argentina: su errático desarrollo.» *Kairos* 2016.
- Escobar, J. «La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y mar. CEPAL.- División de Recursos Naturales e Infraestructura, 68.» 2018.
- FAO. *Afrontar la escasez de agua*. 2013.
- Fernández, Sara. «Herramienta metodológica para la gestión ambiental de las aguas.» *CienciaS Holguín* (2011).
- Foros de los Recursos Hídricos . Abril de 2011. <<https://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf>>.
- García , Martha, Felix Sanches y Rodrigo Marin. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/cap4.pdf>. s.f. <<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/cap4.pdf>>.
- García, M. «Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.» 2013. <<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>>.
- García, M., F. Sanches y R. Marin. 2019. <<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/cap4.pdf>>.
- Gomez, I. 14 de Septiembre de 2021. <<https://www.crehana.com/blog/negocios/metodo-cualitativo-cuantitativo/>>.
- Gro Harlem Brundtland, ex Primera Ministra de Noruega. s.f.
- Hajek, E. y Espinosa G. «En torno al entorno: algunas precisiones.» 1986.
- IDEAM. 2017. <<http://www.ideam.gov.co/web/agua/aguas-superficiales>>.
- Isabel Santías, Dema Ingeniera Ambiental. 04 de diciembre de 2020.
- Lara Moriana, Bióloga. 2018.
- Legarda, L. y Viveros. «LA IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGIA EN EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.» 1996. <<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1163>>.
- Lenntech. s.f. <<https://www.lenntech.es/faq-contaminacion-agua.htm#ixzz7nwfT0WV4>>.

- Leopold, L. B. «A View of the River. Estados Unidos: Harvard University Press.» 1994.
- López, Bermúdez F. *Agua y desertificación. Desafíos globales Gestión y usos del Agua en zonas áridas. El caso de La Región de Murcia* . Murcia, 2011.
- MAATE. *Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica*. 26 de Julio de 2016. <<https://www.ambiente.gob.ec/los-atrapa-nieblas-dan-agua-a-30-familias-de-los-paramos-de-shaushi-tungurahua/>>.
- Martínez, Padilla A. «El agua como fuente de conflictos Estudio de la cuenca.» 2018.
- Mendoza, B. y F Castañeda. «CRITERIOS METODOLÓGICOS PARA LA DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS CON BASE EN LLUVIA HORIZONTAL.» 2016.
- Ministerio de desarrollo Agrario y Riego . <<https://www.midagri.gob.pe/portal/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua>> 2015.
<<https://www.midagri.gob.pe/portal/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua>>.
- Mirassou. «“La Gestión Integral de los Recursos Hídricos:Aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua.» 2014.
<<http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/MarcoAnaliticoparaelManejoIntegradodelosRecursosHidricos.pdf>>.
- Naciones Unidas. *El agua, fuente de vida*. Un Water, 2015.
- OMS. *Agua y Cultura. Descenio Internacional del Agua*. Kyoto, Japon, 2003.
- Ordoñez, Julio. *www.eoearth.org/article/Hydrologic_cycle*. 2016.
<https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), . «Servicios ambientales o ecosistémicos, esenciales para la vida.» s.f.
<<https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemicos-esenciales-para-la-vida?idiom=es>>.
- Pelayo, Martínez A. *ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR*. Ecuador, 2014.
- Pérez, A . y F. Ramírez. 2018. <https://aquabook.irrigacion.gov.ar/1019_0>.

- Pérez, A. y F. Ramírez. *El ciclo hidrológico y los subsistemas*. 2018.
- Portillo, Germán. *meteorologiaenred*. 2021.
 <<https://www.meteorologiaenred.com/tipos-de-niebla.html>>.
- Rivera, O. «IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS BÁSICOS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS BÁSICOS DE VERAPACES.» 2017.
- Romero, F, y otros. *Zonas ribereñas. Protección, restauración y contexto legal en Chile*. 2014.
- Santías, Isabel. «Servicios Ecosistémicos.» 2020.
- Según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos. 2006.
- SENAGUA. *Estrategia Nacional de Calidad del Agua*. Quito, 2016.
- Shingre, Taday Bryan Efrén. «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL AGUA DE NEBLINA PARA ABASTECIMIENTO LOCAL EN EL SECTOR LAS CHINCHAS, CANTÓN CATAMAYO, PROVINCIA DE LOJA.» 2021.
- Tejedor, Sánchez Carlos y Carrasco Francisco Javier Cárcel. *MODELO DE GESTIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*. España, 2017.
- UNESCO. 2006.
 <<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/81688/TMVAG.pdf>>.
- Visión Mundial . *Manual de manejo de cuencas*. 2004 .

ANEXOS

Anexo 1. Visita al área hídrica Santa Elena



Anexo 2. Cequia principal del recorrido de agua



Anexo 3. Visita al área de estudio



Anexo 4. Recorrido e influencia del caudal para datos



Anexo 5. Tipo del clima recomendable para la creación del presente proyecto.



Anexo 6. Tipos de vegetación nativa de la zona y posterior revegetación



Anexo 7. Zona alta para la reforestación de plantas nativas

